



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA**  
**INGENIERIA INDUSTRIAL**

**TITULO**

“Desarrollo de macetas biodegradables a partir de cascarilla de café para la producción de plántulas de hortalizas en la ciudad de Estelí, Nicaragua”

**AUTORES**

Br. Javier Dionisio Zeledón Rodríguez

Br. Jassim Joel Gahona Zeledón

Br. Modesto José Herrera Pérez

**TUTOR**

MSc. Luis María Dicovski Riobóo

**ASESOR**

MSc. Claudio Benito Pichardo Hernández

**Estelí, Marzo de 2017**



## Dedicatoria

A Dios, que desde el vientre de mi madre me regaló un propósito de existir, le dedico mis logros y todo lo que soy y seré.

A mis padres, Mario y María, por ser los que siempre han estado en cada logro de mi vida, son mi mayor ejemplo de lucha para lograr ser una persona de bien, por todo el amor que me han dado sin importar nada, son mi mayor orgullo. A mi hermana Su, por estar a mi lado desde siempre y darme el mejor ejemplo.

A los maestros y amigos que creyeron en mis habilidades y me impulsaron a desarrollarlas, mostrándome un camino arduo pero lleno de éxitos.

A todos los que forman parte de mi vida, les dedico este esfuerzo conjunto, espero contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

---

*Javier Zeledón Rodríguez.*

Al Creador de todo el universo, nuestro Dios, quien me dio primeramente vida, salud y entendimiento para culminar este trabajo monográfico.

A mis padres José Gahona y Eneyda Zeledón, que han brindado su apoyo incondicional, sin ellos no hubiese sido posible cumplir mis metas y sueños en esta etapa universitaria. Sin antes olvidar a mi abuela y hermanos. A todos mis familiares los que estuvieron presentes en mi vida de una u otra forma.

Especialmente a mi hija Alice, quien desde el momento que Dios le concedió la vida ha sido el motor en mi vida que impulse a lograr ser un hombre de bien para ella.

A mis maestros, compañeros y amigos, que sin ellos no hubiese sido posible lograr tantos triunfos a lo largo de mi carrera universitaria.

---

*Jassim Gahona Zeledón.*

Primeramente a Dios por haberme dado vida y salud, por regalarme la sabiduría necesaria para culminar esta etapa de mi vida y por ayudarme a cumplir mis metas y objetivos.

A mi madre, Grisell del Rosario Pérez Soto, por su apoyo incondicional, por su lucha para darme todo lo necesario para sacarme adelante hasta culminar mi carrera y por todos sus sacrificios y su amor. A mi padre, José Otoniel Herrera y a mis hermanos por el apoyo que me han dado de una u otra manera.

A mis abuelos por sus consejos y motivación y por el apoyo que me han brindado, y por ultimo a las personas que también lo hicieron posible.

---

*Modesto Herrera Pérez.*

## **Agradecimientos**

A Dios, nuestro creador y dador de vida y sabiduría; por darnos la capacidad de emprender este camino a la profesionalización y darnos las fuerzas para culminarlo. A Él debemos todos nuestros logros en nuestras vidas.

A nuestros padres y familiares, por ser el apoyo incondicional en nuestras vidas, por promovernos una educación llena de valores, principios y éxito. Sin su apoyo no hubiésemos cumplido nuestros logros y metas.

A los maestros de la Universidad Nacional de Ingeniería de Estelí, los que desde pusimos un pie en la universidad nos impulsaron a alcanzar los conocimientos necesarios para lograr nuestro título de ingeniería con valores morales y ética.

Agradecemos especialmente a los maestros: Ing. Luis María Dicovski, Ing. Claudio Benito Pichardo por su apoyo incondicional, paciencia y perseverancia para apoyarnos en la elaboración de este trabajo monográfico, su profesionalismo impulso nuestra visión de futuro.

También a los maestros Lic. Alba Nubia Calderón, Lic. Mauricio Navarro Zeledón, Lic. Alba Veranay Díaz, Ing. Keyling Mayela Pineda e Ing. Karla Elizabeth Dávila por su colaboración a lo largo de estos meses de trabajo, cada uno de sus aportes y motivaciones no pasaron desapercibidas por nosotros.

A la Universidad Nacional de Ingeniería, que nos brindó todas las herramientas necesarias para la elaboración de este trabajo monográfico, su prestigio quedará grabado en nuestras vidas.

## RESUMEN

La elaboración de productos biodegradables para sustituir materiales no degradables es una alternativa para contrarrestar el impacto ambiental que estos residuos provocan. A lo largo de los años, la experimentación con materiales a partir de residuos biodegradables tales como la cascarilla de café y la cascarilla de arroz, han permitido la innovación de productos eco amigable en el mercado. El desarrollo de un nuevo método de siembra y trasplante utilizando macetas biodegradables a partir de cascarilla de café, abre una oportunidad de innovar en el mercado agronómico de tecnologías para cultivos de hortalizas.

La investigación “Desarrollo de macetas biodegradables a partir de cascarilla de café para la producción de plántulas de hortalizas en Estelí, Nicaragua” se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional de Ingeniería en su Sede Regional del Norte, con el propósito de desarrollar el producto con los aspectos técnicos necesarios para sembrar plántulas de hortalizas.

Para la recolección de la información fue necesario diseñar herramientas cualitativas tales como entrevistas a productores de hortalizas en la ciudad de Estelí, también diseñar experimentos críticos para determinar las propiedades físicas de las macetas biodegradables, esto como introducción al desarrollo total del producto.

Los experimentos determinaron que la mejor mezcla para construir macetas biodegradables es la que incluye cascarilla de café, almidón de maíz y cal agrícola ya que su resistencia y viabilidad de compactación proporcionan las características necesarias para que este producto cumpla su función de siembra y trasplante de plántulas de hortalizas.

Se determinó utilizar cultivos de tomate y de chiltoma, para realizar pruebas en campo con las macetas en comparación con las plántulas sembradas en bandejas plásticas, esta información que se recolectó se les proporcionó a los productores seleccionados para la demostración del producto, para conocer sus inquietudes y comentarios sobre las macetas biodegradables.

Las pruebas de campo determinaron que las macetas biodegradables en comparación con las bandejas plásticas tienen el mismo rendimiento en la producción de plántulas de tomate y chiltoma, tomando como referencia indicadores tales como: peso de las plántulas, grosor del tallo y cantidad de hojas y su coloración. Estas mediciones se realizaron cumplidos los 24 días en vivero llegando la plántula a la etapa V3.

Se realizó una propuesta de marketing de producto detallando las propiedades físicas y químicas encontradas, los beneficios que las macetas biodegradables tienen en comparación con el método de las bandejas plásticas y su utilización en campo. Se determinó la forma de embalaje tomando como referencia las pruebas que se realizaron de vibraciones y contacto crítico entre las macetas para evitar el deterioro en el transporte hacia los productores. Por último, se estableció un ciclo de vida tomando las referencias escritas en la bibliografía consultada, proyectando escenarios reales en cada etapa del ciclo en las que las macetas biodegradables se desarrollarán.

El último objetivo cumplido en este trabajo monográfico fue el análisis de costos parciales de las macetas biodegradables, ya con la información detallada de las materias, aglutinantes y aditivos a utilizar, se calculó los costos de producción unitarios. También se definió el tiempo de producción necesario en las actividades del flujo de proceso para hacer macetas biodegradables utilizando el equipo de moldeo que se diseñó.

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
	<b>4.1. Objetivo General</b>	<b>3</b>
	<b>4.2. Objetivos Específicos</b>	<b>3</b>
III.	ANTECEDENTES	4
IV.	JUSTIFICACIÓN	7
V.	MARCO TEÓRICO	9
	<b>5.1. Método de plántulas en bandejas plásticas</b>	<b>9</b>
	<b>5.2. Cascarilla de café</b>	<b>10</b>
	5.2.1. Características de la cascara de café.	11
	5.2.2. Aprovechamiento de la cascara de café	11
	<b>5.3. Aglutinantes</b>	<b>11</b>
	5.3.1. Tipos de aglutinantes	12
	<b>5.4. Desarrollo técnico</b>	<b>16</b>
	5.4.1. Granulometría	16
	5.4.2. Humedad relativa	16
	5.4.4. Resistencia	16
	<b>5.5. Marketing de producto</b>	<b>17</b>
	5.5.1. Descripción del producto	17
	5.5.2. Beneficios del producto	17
	5.5.3. Embalaje	17
	5.5.4. Ciclo de vida del producto	18
	<b>5.6. Determinación de los costos</b>	<b>19</b>
	5.6.1. Costos de producción	20
	5.6.2. Costos del material directo	20

5.6.3. Costos indirectos de fabricación	20
VI. HIPÓTESIS	22
VII. DISEÑO METODOLÓGICO	22
7.1. Aspectos y ubicación	22
7.2. Tipo de Investigación	22
7.2.1. Universo	22
7.2.2. Muestra de entrevista	23
7.3. Actividades/Tareas por Objetivos Específicos	23
7.3.1. Diseño de las macetas biodegradables de cascarilla de café determinando los aglutinantes y aditivos a utilizar.	23
7.3.2. Pruebas críticas con las mejores mezclas evaluadas de las macetas biodegradables	28
7.3.3. Elaboración de la propuesta de mercado del producto	31
7.3.4. Desarrollo y análisis de costos parciales	33
7.4. Materiales y métodos de procesamiento y análisis de la información	34
VIII. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	36
8.1. Diseño de las macetas biodegradables de cascarilla de café determinando los aglutinantes y aditivos a utilizar.	36
8.2. Pruebas críticas con las mejores mezclas evaluadas de las macetas biodegradables	46
8.2.2. Elaboración de la propuesta de mercado del producto	60
8.2.3. Desarrollo y análisis de costos parciales	64
IX. CONCLUSIONES	73
X. RECOMENDACIONES	76
XI. BIBLIOGRAFÍA	77
XII. ANEXOS	I



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Recolección de datos de punto de quiebre de muestras _____	24
Tabla 2. Recolección de datos de prueba de vibración y contacto crítico _____	29
Tabla 3. Recolección de datos de prueba de campo _____	30
Tabla 4. Análisis comparativo entre las bandejas plásticas y las macetas biodegradables _____	31
Tabla 5. Costos de Materiales Directos _____	33
Tabla 6. Resultados de prueba de punto de quiebre _____	40
Tabla 7. Resultados de prueba de vibración y contacto crítico _____	48
Tabla 8. Descripción de la escala de valor cualitativa para la prueba de resistencia a la vibración y contacto crítico _____	48
Tabla 11. Análisis comparativo entre las bandejas plásticas y las macetas biodegradables _____	59
Tabla 12. Consumo promedio de materiales directos por maceta biodegradable _____	65
Tabla 13. Costos de materia prima _____	66
Tabla 14. Costos por consumo de agua _____	67
Tabla 15. Costos por consumo de gas propano _____	68
Tabla 16. Costos por trituración de cascarilla de café _____	68
Tabla 17. Tabla de costos mensuales por embalaje _____	69
Tabla 18. Nómina de mano de obra directa _____	70
Tabla 19. Nómina de mano de obra indirecta _____	70
Tabla 20. Depreciación de equipo de moldeo de macetas _____	71
Tabla 21. Depreciación de equipo de cocina industrial _____	71
Tabla 22. Presupuesto de producción mensual _____	72
Tabla 23. Recolección de datos de prueba de campo con las macetas biodegradables del tratamiento cascarilla de café al 50%, almidón de maíz al 30% y cal agrícola al 20% C50A30C20 _____	i

Tabla 24. Recolección de datos de pruebas testigo realizadas en bandejas plásticas de 52 celdas de 2 ¾" de altura x 1 ½" de diámetro superior x 1" de diámetro inferior	iii
Tabla 25. Datos resultantes de pruebas "T" realizados en Infostat	v
Tabla 26. Entrevista #1	vi
Tabla 27. Entrevista #2	viii
Tabla 28. Entrevista #3	x
Tabla 29. Entrevista #4	xii
Tabla 30. Entrevista #5	xiv
Tabla 31. Entrevista #6	xvi
Tabla 32. Proporciones de la mezcla C50A30C20	xviii
Tabla 33. Proporciones de la mezcla C50M30C20	xviii
Tabla 34. Prueba n° 1 de granulometría de cascarilla de café	xix
Tabla 35. Prueba n° 2 de granulometría de cascarilla de café	xix
Tabla 36. Prueba n° 3 de granulometría de cascarilla de café	xx
Tabla 37. Proforma de compra de cocina industrial y de equipo de moldeo y compactación metálico	xxv

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Propuesta de procesos para elaborar macetas biodegradables ...	27
Ilustración 2. Dimensiones de las macetas biodegradables .....	36
Ilustración 3. Moldes metálicos cilíndricos cónicos terminados .....	37
Ilustración 4. Bandeja de sujeción de los moldes metálicos .....	37
Ilustración 5. Proceso de trituración de cascarilla de café .....	38
Ilustración 6. Análisis granulométrico de cascarilla de café triturada.....	38
Ilustración 7. Porcentaje de retención de cascarilla de café triturada .....	39
Ilustración 8. Maceta biodegradable con cascarilla de café procedente del tamiz #20 .....	41
Ilustración 9. Macetas biodegradables utilizando únicamente almidón de maíz cocido como aglutinante .....	42
Ilustración 10. Macetas biodegradables con almidón de maíz cocido y cal como aglutinante .....	42
Ilustración 11. Maceta biodegradable con melaza y cal como aglutinante .....	43
Ilustración 12. Flujo de procesos de macetas biodegradables utilizando el tratamiento C50A30C20 .....	45
Ilustración 13. Muestras #1, #2, #3, #4 y #5 de izquierda a derecha de macetas biodegradables después de las pruebas de vibración y contacto crítico .....	49
Ilustración 14. Semillas de chiltoma utilizadas en las pruebas de campo .....	50
Ilustración 15. Semilla de tomate utilizada en las pruebas de campo .....	50
Ilustración 16. Macetas biodegradables llenadas con sustrato .....	50
Ilustración 17. Macetas biodegradables llenadas con sustrato .....	51
Ilustración 18. Maceta biodegradable con plántula de tomate.....	51
Ilustración 19. Macetas biodegradables con plántulas de tomate y chiltoma .....	52
Ilustración 20. Prueba "T" con la variable peso de las plántulas de tomates en macetas biodegradables y en bandejas plásticas .....	54
Ilustración 21. Prueba "T" con la variable peso de las plántulas de chiltoma en macetas biodegradables y en bandejas plásticas .....	55

Ilustración 22. Prueba "T" con la variable grosor de las plántulas de tomate en macetas biodegradables y en bandejas plásticas .....	56
Ilustración 23. Prueba "T" con la variable grosor de las plántulas de chiltoma en macetas biodegradables y en bandejas plásticas .....	57
Ilustración 24. Vista superior de las macetas degradadas en el suelo .....	58
Ilustración 25. Corte transversal del sustrato donde se encontraba sembrada una maceta biodegradable al día 15 .....	58
Ilustración 26. Proforma de compra de cajas para embalaje de las macetas biodegradables .....	xxi
Ilustración 27. Proforma de transporte de sacos de cascarilla de café desde San Fernando, Nueva Segovia .....	xxii
Ilustración 28. Proforma de compra de almidón de maíz .....	xxiii
Ilustración 29. Proforma de compra de cal agrícola .....	xxiv
Ilustración 30. Proforma de compra de cilindro de gas butano de 25 libras .....	xxvi

## INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula para calcular el porcentaje de humedad .....	28
Ecuación 2. Fórmula de costos unitarios .....	33
Ecuación 3. Fórmula para precio de venta unitario .....	34
Ecuación 4. Fórmula para el porcentaje de humedad .....	46
Ecuación 5. Cálculo del volumen de agua requerido por maceta biodegradable	67
Ecuación 6. Cálculo del consumo de cajas mensuales para embalaje de macetas biodegradables .....	69

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el aumento de los residuos y desechos plásticos se ha convertido en un problema del cual han surgido muchas ideas para contrarrestar esta crisis. Mientras tanto, la demanda de productos plásticos no deja de aumentar por lo que, a pesar de muchos esfuerzos realizados por sustituirlos o reducir los desechos, el impacto ambiental que este genera es alto y las consecuencias se están viviendo.

La Universidad Nacional de Ingeniería ha promovido proyectos y actividades en pro de la continua investigación a beneficio de la conservación del medio ambiente, resultando ideas innovadoras desarrolladas por estudiantes, que juntamente han recibido el apoyo de instituciones estatales, organizaciones no gubernamentales e inversionistas privados para impulsar las ideas hasta el término de comercialización.

Se analizó la posibilidad de crear un producto biodegradable a partir de un residuo para sustituir la utilización de bandejas plásticas en el proceso de siembra y trasplante de plántulas de hortalizas, ya que las producciones de desechos plásticos por parte de ese proceso son considerablemente altas y no se ha desarrollado aún un método alternativo que presente los mismos beneficios que el método de bandejas plásticas proporciona.

Se determinó que la cascarilla de café, al tener excelentes antecedentes en la producción de materiales compactados, cumpliría como materia prima principal en esta investigación. Además, las producciones de este residuo son altas por los beneficios secos de la zona, aun vendiendo grandes cantidades al extranjero, las cantidades residuales sobre pasan la capacidad instalada de las empresas.

Tomando en cuenta lo antes expuesto, a continuación se realizó este estudio, el cual consiste en el desarrollo de macetas biodegradables a partir de la cascarilla de café para la producción de plántulas de hortalizas el cual se realizará en su mayoría en los laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería en su Sede Regional del Norte Recinto Universitario Augusto C. Sandino.

En este proyecto se determinó aglutinantes y aditivos que se incluirán en la mezcla mediante experimentos de laboratorio y pruebas de campo, siempre comparando los resultados con las bandejas plásticas. De igual manera se realizó un marketing de producto describiendo las características, beneficios y embalaje del mismo; seguido una presentación de costos parciales determinando costos de producción y precio de venta.

## II. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo General

Desarrollar macetas biodegradables de cascarilla de café mediante la experimentación y el diseño de producto, para la producción de plántulas de hortalizas en la ciudad de Estelí, Nicaragua.

### 4.2. Objetivos Específicos

- Diseñar las macetas biodegradables de cascarilla de café, determinando los aglutinantes y aditivos a utilizar para su fabricación.
- Realizar experimentos críticos con las mejores mezclas evaluadas de las macetas desarrolladas.
- Elaborar marketing del producto definiendo los beneficios, el embalaje y ciclo de vida de las macetas biodegradables.
- Desarrollar costos parciales, determinando costos de fabricación y precio de venta de las macetas biodegradables.

### III. ANTECEDENTES

En la última década, en el sector hortalizas en Nicaragua se ha revolucionado el método de trasplante y siembra de las plántulas, ya que se descubrió el alto estrés que sufren y por ende la disminución de la productividad de las mismas. Por esta misma necesidad se adoptaron métodos diferentes de siembra y trasplante resultando la utilización de bandejas plásticas el método de mayor efectividad. El impacto económico de la tecnología de plántulas en bandeja es una mayor rentabilidad de la producción de hortalizas, ya que se generan mayores ingresos y se reducen los costos de producción. (Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua, 2010).

La producción de plántulas de hortalizas en bandejas plásticas ha evolucionado con el pasar de los últimos cuatro años, se han creado cooperativas que se dedican exclusivamente a la producción y venta de plántulas de tomate, chiltoma, repollo y lechuga en su mayoría, en ambientes controlados libres de plagas y virus ya que estos retrasan la rentabilidad del producto final, los clientes de estas cooperativas son los productores de hortalizas que, por los beneficios que brinda este método de siembra y trasplante, optan por la compra de las plántulas.

La siembra de hortalizas en bandejas plásticas proporciona un 98% de probabilidad de que la plántula al momento de su trasplante sobreviva (Dicovski, 2009) por lo que los resultados han sido aceptados por un gran porcentaje de los productores principalmente de la zona norte de nuestro país.

Por otra parte se han realizado estudios sobre la utilización de la cascarilla de café como biomasa, primordialmente en la creación de briquetas para combustible, se encontraron trabajos en la Universidad Nacional de Ingeniería Sede Norte sobre el aprovechamiento de la cascarilla de café como el realizado en el 2012 por estudiantes de ingeniería agroindustrial con el tema “Validación de máquina briqueteadora de tornillo helicoidal para el aprovechamiento de la cascarilla de café como combustible” en el que se determinó la viabilidad de la



cascarilla de café para compactarse en briquetas debido a sus características físicas.

Se experimentó compactar la cascarilla con distintas máquinas para validar la de mejor productividad y funcionamiento, concluyendo que la máquina que se estaba validando presento dificultades y las propuestas de mejora prácticamente implicaban la construcción nueva de dicho equipo; en el caso de los moldes de madera se determinó que era un sistema de fácil alimentación, limpieza y alto nivel de producción, pero presenta ciertos inconvenientes al momento de compactar y retirar el producto. En el caso de la prensa manual se comprobó que es un equipo eficiente en cuanto a la compactación de biomasa, de fácil alimentación, manipulación, limpieza, no ocupa mucho espacio, presenta un sistema sencillo para la obtención del producto (briquetas), pero su nivel de producción es bajo en comparación con el molde de madera (Amador, Morazán, & Rugama, 2012).

Otro estudio realizado fue el año 2015 con el tema “Validación de briquetas elaboradas con cascarilla de café para el reemplazo de leña en el horneado de rosquillas en la zona norte de Nicaragua” en el que se comprobó que la utilización de briquetas de cascarilla de café pueden sustituir correctamente a la leña, determinando que tienen un 25% más de capacidad energética para la evaporación del agua, obteniendo mejores resultados de temperatura en comparación con la leña, emitiendo considerablemente menos dióxido de carbono y obteniendo excelentes resultados en las características organolépticas<sup>1</sup> de las rosquillas en hornos alimentados con las briquetas (Rodríguez, Martínez, & Rodríguez, 2015).

En octubre del año 2015, un grupo de estudiantes de ingeniería, incluidos los autores de este trabajo monográfico, participaron en el rally de innovación latinoamericano con la idea de sustituir las bolsas plásticas utilizadas en el trasplante de plantas por moldes biodegradables hechos a partir de los

---

<sup>1</sup> El adjetivo organoléptico se utiliza para calificar una sustancia que favorece la excitación de un receptor sensorial. Así el gusto, la textura, el olor o incluso el aspecto visual constituyen las principales propiedades organolépticas de los alimentos.

desechos de las industrias forestales, obteniendo el primer lugar en el Recinto Universitario Augusto C. Sandino de la Universidad Nacional de Ingeniería seguido con el primer lugar a nivel nacional y culminando con el segundo lugar a nivel latinoamericano en la categoría innovación.

Después de la participación en el rally de innovación, la idea de sustituir los materiales plásticos por materiales biodegradables en los métodos de trasplante siguió evolucionando. En los meses siguientes se determinó que utilizar aserrín como materia prima no era conveniente por la procedencia del mismo, concluyendo que el cambio de materia prima era necesario.

Con la conformación del equipo que realizará este trabajo monográfico, a inicios del año 2016, se investigó los posibles materiales a utilizar para sustituir el aserrín como materia prima y se optó por la cascarilla de café. Teniendo la nueva materia prima a utilizar, se realizaron experimentos preliminares con las posibles mezclas, abordando todas las ideas de combinaciones de cascarilla de café con aglutinantes, con el propósito de determinar sobre las cuales se realizarán los experimentos críticos en la metodología.

Se determinó que los aglutinantes más viables a utilizar son: el almidón de maíz, goma arábica o melaza, ya que los costos de adquisición son relativamente menores, la disponibilidad es mayor, los demás aglutinantes tienen usos principalmente en el campo de los alimentos por lo que utilizarlos para otra actividad es irrelevante.

Vale destacar que se experimentó agregando un aditivo a la mezcla para lograr una mejor solidificación de las macetas y se comprobó que la utilización de cal como dicho aditivo es efectiva. Además, se comprobó que es necesario reducir el tamaño de partículas en la cascarilla de café para su mejor compactación y formación en los moldes de las macetas.

Así que, según las observaciones tomadas en esta fase de innovación, se puede deducir que los componentes propuestos a evaluar en la metodología son válidos y funcionales para la construcción de macetas biodegradables.

## IV. JUSTIFICACIÓN

La innovación en pro de la mejora continua de las tecnologías existentes en nuestro país es el principal paso del desarrollo de las mismas, el propósito de este proyecto es introducirse en el campo de la investigación y desarrollo de nuevas ideas que vayan de la mano con la conservación del medio ambiente. Al tener en cuenta los beneficios que el método de siembra y trasplante de plántulas por bandejas plásticas proporciona, se tomó como referencia principal para desarrollar un nuevo método, con la diferencia que no se utilizó plásticos en la fabricación de las macetas, sino materiales biodegradables tomados de residuos de los beneficios en seco de café en la zona norte de Nicaragua.

Se considera que esto representó un beneficio significativo en la reducción de residuos plásticos que contaminan en gran manera al medio ambiente, también se agregó valor a un desperdicio que se produce en gran escala en el país. Este producto eludirá el trasplante de plántulas a raíz desnuda evitando el estrés y la afectación de virus a temprano crecimiento, beneficiando a su rápido crecimiento, además es una posible alternativa de tecnología futura de sustitución, en caso de que haya encarecimiento o agotamiento del plástico por la escasez del petróleo.

Según el (Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR), 2013) en el departamento de Estelí un 21.5% de su terreno posee vocación agropecuaria propios para la producción de hortalizas, entre otros. Vale destacar que el departamento siembra 527.83 manzanas de tomate que equivale al 15% de la siembra nacional, el 40% de esta área se encuentra en el municipio de Estelí.

Según (CETREX, 2014) consultado por (Rodríguez, Martínez, & Rodríguez, 2015), la producción nacional de cascarilla de café o pergamino se estima en 6,637.82 toneladas anualmente, por lo que se determinó la viabilidad de utilizarla como materia prima en el proceso de elaboración de las macetas biodegradables.

Tomando en cuenta la problemática del aumento de los residuos y desechos plásticos y la inexistencia de estudios que aprovechen la cascarilla de café como materia prima para crear macetas biodegradables, se efectuó el estudio “Desarrollo de macetas biodegradables a partir de cascarilla de café para la producción de plántulas de hortalizas en la ciudad de Estelí, Nicaragua” para brindar una alternativa más de uso a este residuo, ya que estudios anteriores se ha utilizado únicamente para biocombustible en forma de briquetas.

## V. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describieron los datos teóricos de acuerdo a la temática de la presente investigación que serán necesarios para cumplir los objetivos propuestos, tales temas incluyen la producción de hortalizas en bandejas plásticas, la cascarilla de café como materia prima, aglutinantes naturales, también lo referente a la investigación y desarrollo técnico del producto, los componentes a investigar de la propuesta de mercado a realizar al igual que los acápites de los costos parciales de las macetas biodegradables.

### 5.1. Método de plántulas en bandejas plásticas

En el método de siembra y trasplante de plántulas por medio de bandejas plásticas existen muchas dimensiones y tamaños que se ajustan a la necesidad de la planta en el tiempo que esta se desarrolló en la bandeja, por lo que varió en diámetro y altura de los depósitos donde se coloca el sustrato. En las hortalizas se utilizó en su mayoría bandejas con capacidad de 100 a 200 plántulas, con dimensiones que oscilan entre las siguientes, de 28 x 54 cm con 200 agujeros que miden 2 x 2 cm x 5 cm de profundidad; 23 x 67 cm con 192 agujeros que miden 3 x 3 cm x 7 cm de profundidad; 28 x 54 cm con 98 agujeros que miden 3 x 3 cm x 5 cm de profundidad (Dicovski, 2009).

Por lo que las necesidades de espacio en la bandeja para las plántulas dependen según cada especie, para tomate, melón y chiltoma en general se utilizaran bandejas de 50 cavidades de 5.1 cm de profundidad, 4.6 cm diámetro superior y 3 cm de diámetro inferior. Para lechuga, repollo y apio se utilizan bandejas de 72 cavidades de 4.6 cm de profundidad, 3.8 cm diámetro superior y 2.2 cm de diámetro inferior (Ayala, 2014).

Estas bandejas serán rellenas de sustrato que tiene que ser fino, aireado, sano, libre de enfermedades y de semillas de malezas, la mezcla se compone en general de 65 % – 75 % de material inerte, con 25 – 35 % de un material orgánico. Los materiales más aptos son: turba orgánica o humus de lombriz

como materia orgánica y vermiculita<sup>2</sup> o perlita como materia inerte (Dicovski, 2009).

Estas bandejas están hechas de polipropileno que tiene un tiempo de degradación aproximado de 500 años, dichas bandejas para ser transportadas se utilizan bandejas de tamaño superior hechas de poli estireno que tiene un tiempo de degradación aproximado de 500 a 1,000 años.

## 5.2. Cascarilla de café

Dentro del proceso de producción de café se pueden identificar cuatro etapas principales: la etapa agrícola, la etapa del beneficiado, la etapa de tostado o torrefacción y la etapa de comercialización final. La etapa agrícola involucra todo lo relacionado con la atención a las plantaciones, la cosecha y el beneficiado húmedo previo lo cual se realizó en la finca, incluyendo procesos como el despulpado, la fermentación del grano y el lavado.

La fase del beneficiado o procesamiento del café da continuidad a la etapa agrícola y consiste en secar el grano en pergamino, posteriormente pasa a la operación de trillado, esta consiste en separar el pergamino del café-oro. Esta operación se lleva a cabo en equipos llamados trillas o retrillas. Al momento de salir de la trilla, el café es pasado por un seccionador que remueve el pergamino suelto, dicho pergamino o cascarilla se considera un residuo. Finalmente el café oro es seleccionado, según calidades y destino ya sea para exportación o consumo interno (Navas, Osorio, & Bolaños, 2008).

La cascarilla de café también llamada cisco es una envoltura cartilaginosa de color blanco amarillento de aproximadamente 100 micrómetros de espesor y que corresponde al endocarpio o pergamino del fruto, la semilla se encuentra en una forma suelta dentro de esta (Palacios & Betancurt, 2005).

---

<sup>2</sup> Sustancia mineral, que, bajo la acción del calor, se deshidrata y toma un volumen mayor.

### 5.2.1. Características de la cascarilla de café.

Para la correcta utilización y aprovechamiento total de este residuo se conoció las características químicas y físicas que posee, ya que estas características determinaron la composición final de las macetas biodegradables.

Según (Red Interinstitucional de Tecnologías Limpias, 2016), las propiedades químicas de la cascarilla de café son las siguientes:

- Contenido de humedad: 11.45%
- Lignina: 41.86%
- Cenizas: 0.95%
- Grasas: 5.83%
- Pentosas: 25.5%
- Furfural: 14.76%

Las propiedades físicas de la cascarilla de café son las siguientes:

- Densidad a 26°: 1.323 gr/cm<sup>3</sup>
- Densidad bruta: 0.323 gr/cm<sup>3</sup>
- Calor de combustión: 4,500 cal/°C gr

### 5.2.2. Aprovechamiento de la cascarilla de café

Por el alto contenido de celulosa y su poder calorífico la cascarilla de café se utiliza como material de combustión en el secado del café en algunos beneficios, al igual se han centrado en las aplicaciones como el biocompost y sustratos de algunos cultivos.

Como resultado de algunas investigaciones se encontró que a partir de este producto se puede obtener plásticos, cartones, briquetas y como ingrediente en concentrado para alimentación de búfalos, entre otras (Amador, Morazán, & Rugama, 2012).

## 5.3. Aglutinantes

Uno de los componentes importantes que formó parte en la composición de las macetas biodegradables es el aglutinante, que unió las partículas de cascarilla de café en un molde, es lo que determinó la resistencia y durabilidad de las

macetas. Además se consideró que los componentes que se incluyan aportaron nutrientes y complementos que apoyen el desarrollo de la plántula durante el tiempo que la maceta se desintegre desde su siembra.

Materiales aglutinantes son productos pulverizados que, cuando se mezclan con agua, sufren unas transformaciones químicas que producen su endurecimiento al aire o bajo el agua (Jarquin, Maradiaga, & Omeir, 2013).

### **5.3.1. Tipos de aglutinantes**

Debido a la naturaleza biodegradable de las macetas a desarrollar, esta investigación se enfocará en elementos naturales que no corrompan el principal objetivo a seguir, por lo que a continuación se presenta una lista de los aglutinantes naturales de los cuales utilizaremos para su experimentación.

#### **5.3.1.1. Goma arábica**

La goma arábica o goma acacia es una de las más antiguas y reconocidas por el mundo debido a sus propiedades y utilizaciones en el ámbito comercial. La goma arábica es una exudación gomosa seca obtenida de varias especies de árboles de acacia de la familia de las leguminosas.

La goma aparece entre las grietas o rajaduras de los troncos de los árboles que exudan en forma de esferitas que semejan lágrimas. Estos exudados se recolectan a mano por pizcadores y se transportan a estaciones de recolección central en donde se seleccionan a mano y se exportan a los proveedores de gomas en todas las partes del mundo, donde nuevamente, la goma se selecciona, se muele, se procesa y se gradúa para satisfacer diversas especificaciones (Gracia).

La goma arábica está formada por una mezcla muy compleja de polisacáridos y proteínas, que además varía dependiendo del origen de la goma. Los polisacáridos tienen como componentes principales galactosa, arabinosa (de aquí procede el nombre del monosacárido), ramnosa y ácido glucurónico, en orden decreciente de abundancia, y un tamaño relativamente pequeño, con un peso molecular del orden de los 250.000. En cambio, las proteínas, fundamentalmente glicoproteínas muy ricas en hidroxiprolina, tienen un peso



molecular superior a los 2 millones. Los restos glucídicos de las glicoproteínas son arabinogalactanos.

#### 5.3.1.2. Goma tragacanto

La goma tragacanto es un polisacárido obtenido por incisión de tallos en otras palabras es el exudado seco de la corteza del *Astragalus gummifer*, o de otras *Astragalus gummifer* especies asiáticas de *Astragalus*. Conocida desde la antigüedad y sus primeras referencias se deben a *Theophrastus* y es conocida como cuerno de cabra quizás por su apariencia a estos. Es un arbusto pequeño de tipo perenne<sup>3</sup> dándose más en lugares secos del Asia Menor y en regiones montañosas y áridas del medio este. La goma exuda espontáneamente de cortes hechos a los troncos. El exudado es en forma de tiras u hojuelas las cuales se hacen quebradizas al secarse (Bristhar Laboratorios, S.A, 2010).

La goma puede obtenerse de las plantas en su primer año, pero sería de baja calidad y no adecuada para uso comercial. Así, las plantas son sangradas en el segundo año.

La goma es de color blanco o blanco amarillento muy pálido, translúcida y córnea<sup>4</sup>. Se rompe con fractura breve, es inodora y tiene ligero sabor. Cuando se pone en agua, la goma tragacanto se hincha, dando una masa gelatinosa, pero sólo se disuelve una pequeña porción (Jonathan, 2010).

Los diferentes grados de goma son preparados para el mercado. Para procesar la goma se realiza limpieza, molienda, clasificación por tamaño de partícula y mezclas para obtener diferentes viscosidades que cumplan con los requerimientos de los clientes dependiendo de que uso se le dará. El control de calidad y las especificaciones granulométricas son de suma importancia para producir una calidad uniforme para la industria.

La goma tragacanto sufre un proceso de hidratamiento o hinchamiento rápido tanto en agua fría como caliente formando soluciones coloidales<sup>5</sup> de alta viscosidad, también pueden formarse estados semisólidos los cuales actúan

---

<sup>3</sup> Continuo, incesante. Que vive más de dos años.

<sup>4</sup> Transparente.

<sup>5</sup> Se dice al cuerpo al disgregarse en un líquido aparece como disuelto.

como coloides protectores o agentes estabilizantes. La solubilidad de la goma viene dada por la presencia de grupos carboxilos en su molécula los cuales como sales le confiere solubilidad.

Sirve como preservante, con los hidrocoloides de origen vegetal las soluciones de goma tragacanto son susceptibles al ataque bacteriano (Bristhar Laboratorios, S.A, 2010).

#### **5.3.1.3. Melaza**

Consiste en un líquido de color oscuro, con un sabor muy dulce semejante al regaliz y textura espesa, el cual es el resultado de cocer el jugo de la caña de azúcar, que ayuda a que se evapore el agua y se concentren en ella los diferentes azúcares naturales de la fruta. Por ello en fermentación sumergida se produce ácido cítrico. Este azúcar es evaporado hasta que se elimina casi por completo su contenido en agua, y se obtiene una textura bastante similar a la miel de abeja.

Según (Swan y Karalazos, 1990) citado por (Fajardo Castillo & Sarmiento Forero, 2007) la denominación melaza de una forma más específica se aplica al efluente en la preparación del azúcar mediante la cristalización repetida. El proceso de evaporación y la cristalización es usualmente repetido tres veces hasta el punto en el cual el azúcar invertido y la alta viscosidad de las melazas ya no permitirán una cristalización adicional de la sacarosa.

La melaza es una mezcla compleja que contiene sacarosa, azúcar invertido, sales y otros compuestos solubles en álcali<sup>6</sup> que normalmente están presentes en el jugo de caña localizado, así como los formados durante el proceso de manufactura del azúcar. Además de la sacarosa, glucosa, fructosa y rafinosa los cuales son fermentables reductores de cobre, son principalmente caramelos libre de nitrógeno producidos por el calentamiento requerido por el proceso y las melanoidinas<sup>7</sup> que si contienen nitrógeno derivadas a partir de productos de condensación de azúcar y amino compuestos.

---

<sup>6</sup> Óxido o hidróxido metálico soluble en agua que tiene reacción básica.

<sup>7</sup> Son moléculas que se generan al someter determinados alimentos a altas temperaturas.

#### 5.3.1.4. Almidón

El almidón es una sustancia que se encuentra en las plantas como yuca, papa, cereales, arroz, maíz, frutas etc., es un polisacárido presenta un conjunto de gránulos y partículas insolubles en agua, parte de la energía que consumen las personas se consigue del almidón además sirve como adhesivo, conservante para pan, gelificante y aglutinante.

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría, pero pueden embeber agua de manera reversible; es decir, pueden hincharse ligeramente con el agua y volver luego al tamaño original al secarse. Sin embargo cuando se calientan en agua, los gránulos de almidón sufren el proceso denominado gelatinización, que es la disrupción<sup>8</sup> de la ordenación de las moléculas en los gránulos. Durante la gelatinización se produce la lixiviación<sup>9</sup> de la amilosa, la gelatinización total se produce normalmente dentro de un intervalo más o menos amplio de temperatura es decir cuando se calienta en agua, siendo los gránulos más grandes los que primero gelatinizan.

Los diversos estados de gelatinización pueden ser determinados utilizando un microscopio de polarización. Estos estados son: la temperatura de iniciación (primera observación de la pérdida de birrefringencia), la temperatura media, la temperatura final de la pérdida de birrefringencia (TFPB, es la temperatura a la cual el último gránulo en el campo de observación pierde su birrefringencia), y el intervalo de temperatura de gelatinización. Al final de este fenómeno se genera una pasta en la que existen cadenas de amilosa de bajo peso molecular altamente hidratadas que rodean a los agregados, también hidratados, de los restos de los gránulos (EcuRed, 2016).

---

<sup>8</sup> Interrupción súbita de algo.

<sup>9</sup> Extracción sólido-líquido, es un proceso en el que un disolvente líquido pasa a través de un sólido pulverizado para que se produzca la disolución de uno o más de los componentes solubles del sólido.

## **5.4. Desarrollo técnico**

### **5.4.1. Granulometría**

Se denomina clasificación granulométrica o granulometría, a la medición y gradación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas, y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica (Bravo, García, Morales, & Ramírez, 2012).

Aplicado a la realidad de este estudio, la diferencia de tamaño de micras en las partículas de cascarilla de café es notoria, no hay homogeneidad entre ellas, a su vez es proporcional el tamaño del molde a utilizar para las macetas con el tamaño de la partícula.

### **5.4.2. Humedad relativa**

Según (Jarquin, Maradiaga, & Omeir, 2013) el contenido de humedad, o humedad relativa, se define como la cantidad de agua presente en la biomasa, expresada como un porcentaje del peso. A su vez en el caso de producción de briquetas es indispensable considerar el porcentaje de humedad porque ello determinó la efectividad de las mismas.

Así también en las macetas biodegradables la resistencia es relativa a la humedad que el producto tendrá al momento de colocar el sustrato, ya que según (Lima & Escobar, 1993) a menor humedad, en cualquier proporción de mezcla que incluya un aditivo endurecedor, mayor resistencia esta tendrá.

Por otra parte entre menor sea la humedad de la mezcla de materias primas, mayor fue la fricción que este provocó al momento de su moldeado, por lo que dificultaría su compresión y aumentaría la demanda de energía de transformación al moldear.

### **5.4.4. Resistencia**

La Resistencia de Materiales se ocupa del cálculo de los esfuerzos y deformaciones que se producirán debiendo garantizar el ingeniero que las

deformaciones estén dentro de unos límites permisibles y obviamente que no se produzcan roturas (Salazar Trujillo , 2007).

A diferencia de la Estática, que trata del estudio de las fuerzas que se inducen en las diferentes componentes de un sistema, analizándolo como cuerpo rígido, la Resistencia de Materiales se ocupa del estudio de los efectos causados por la acción de las cargas externas que actúan sobre un sistema deformable (Arqhys Arquitectura, 2012).

## **5.5. Marketing de producto**

### **5.5.1. Descripción del producto**

Al describir un producto es importante reflejar todos los detalles y las características técnicas y físicas; así como también aspectos básicos como tamaño, color, las medidas y los materiales que lo componen.

El producto siempre está en función de la satisfacción de las necesidades del consumidor, por lo que se deben tener en cuenta aquellas variables sobre las cuales se actúa para satisfacer mejor al consumidor, como son las características físicas y químicas, calidad, tamaño, forma, diseño, envasado, marca, usos, etc (Universidad Santo Tomás).

### **5.5.2. Beneficios del producto**

Los beneficios reflejados definen la diferencia que tiene nuestro producto versus el producto de la competencia y los motivadores definen en que van a ayudar las características y beneficios de estos productos a cada uno de los clientes en particular. Decir en que le va ayudar el producto a un cliente determinado y único es mostrar el motivador real de la compra, es decir, aquel beneficio específico que por sí solo hará que el cliente compre el producto. Se llega al extremo que el cliente compra productos por beneficios distintos para los cuales el producto ha sido creado (Mas, 2013).

### **5.5.3. Embalaje**

El embalaje se utiliza para contener los productos de forma temporal, principalmente para agrupar unidades de producto pensando en cómo hacer que sean más fáciles de manipular, transportar y almacenar. Además de estas, los

envases cumplen otras funciones, proteger el contenido, informar sobre el contenido y cómo debe trasladarse con seguridad (Cartonajes Font S.A., 2014).

#### **5.5.4. Ciclo de vida del producto**

Cada día nacen ideas de nuevos productos y servicios en el mercado, pero no todos logran culminar una carrera exitosa en él. Cuando se conceptualiza la etapa del ciclo de vida en la que el producto se encuentra se pueden desarrollar estrategias nuevas para alargar su vida en un mercado cada vez más cambiante.

El concepto de «ciclo de vida de un producto» es una herramienta de mercadotecnia o marketing. Las condiciones bajo las que un producto se vende cambian a lo largo del tiempo; así, las ventas varían y las estrategias de precio, distribución y/o promoción (variables del *marketing mix*) deben ajustarse teniendo en cuenta el momento o fase del ciclo de vida en que se encuentra el producto (Levitt, 1981).

A continuación se presentan las 4 etapas del ciclo de vida de un producto según (Stanton, Etzel, & Walker, 2004):

##### **5.5.4.1. Introducción**

Durante la etapa de introducción, llamada a veces la etapa pionera, un producto se lanza al mercado en un programa de marketing a escala completa; ya paso por el desarrollo de producto, que incluyó la filtración de ideas y el desarrollo de prototipo. Para los productos realmente nuevos, lo normal es que haya poca competencia directa. No obstante, si el producto es enormemente prometedor, numerosas compañías pueden entrar en la industria desde temprano. La introducción es la etapa más arriesgada y costosa de un producto porque se tiene que gastar una considerable cantidad de dinero no solo en desarrollar el producto, sino también en procurar la aceptación de la oferta por el consumidor (Stanton, Etzel, & Walker, 2004).

##### **5.5.4.2. Crecimiento**

En la etapa de crecimiento, o etapa de aceptación del mercado, suben las ventas y las ganancias, con frecuencia a ritmo acelerado. Los competidores entran en el mercado, a menudo en gran número si la perspectiva de la utilidad

es en particular atractiva. Las ganancias, debido principalmente a la competencia, empiezan a declinar hacia el final de la etapa de crecimiento (Stanton, Etzel, & Walker, 2007).

#### **5.5.4.3. Maduración**

En esta fase las ventas se mantienen y se llega al punto en que la producción no puede aumentar más, incluso se deben reducir costes para mantener el beneficio. La publicidad debe intentar conservar la atención del mercado por el producto, para asegurar las ventas estimadas. Sectores representativos de esta fase son los dedicados a ordenadores personales relojes, productos de consumo y otros en los que las estrategias a seguir pasan por reducción de los costes de producción e innovación para permanecer en el mercado en una situación similar a la actual (Corraliza, 2014).

#### **5.5.4.4. Declinación**

En esta fase se produce el abandono del producto en las situaciones en las que no se haya conseguido la reducción de costes. En otras situaciones de reducción de ventas por escasez de demanda, primero se reducirá el precio del producto para conseguir alguna venta y seguidamente se abandonará el producto. La publicidad pierde su valor excepto para comunicar la situación de ventas a menores precios en los periodos de promoción previos al abandono del producto. Sectores representativos de esta fase son los de las tabaqueras, máquinas de escribir y otros que intentan, a través de estrategias de diversificación, enfocar nuevamente su producto en el mercado (Corraliza, 2014).

### **5.6. Determinación de los costos**

El costo se puede explicar cómo el gasto económico o de otra índole de recursos para fabricar un producto o para prestar un servicio.

En este estudio se determinó los siguientes costos a tomar en cuenta como parte del capítulo financiero a realizar.

### **5.6.1. Costos de producción**

Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto. El costo de producción tiene dos características opuestas, que algunas veces no están bien entendidas en los países en vías de desarrollo. La primera es que para producir bienes uno debe gastar; esto significa generar un costo. La segunda característica es que los costos deberían ser mantenidos tan bajos como sea posible y eliminados los innecesarios. Esto no significa el corte o la eliminación de los costos indiscriminadamente (Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO, 1998).

### **5.6.2. Costos del material directo**

La materia prima que interviene directamente en la elaboración de un producto se denomina material directo, y es el primer elemento de costo. Debe tenerse en cuenta que no toda la materia prima que se usa se clasifica como material directo, por cuanto hay algunos materiales, como los aceites y las grasas, que no intervienen directamente en el proceso y se consideran costos indirectos de fabricación (Gómez Bravo, 2005).

### **5.6.3. Costos indirectos de fabricación**

Son todos aquellos que no son ni materiales directos ni mano de obra directa, como tampoco gastos de administración y de ventas. Hacen parte de este tercer elemento de costo, los materiales indirectos, la mano de obra indirecta (los salarios de los empleados de oficinas de fábrica, supervisores, mantenimiento, superintendencia, horas extras, tiempo ocioso), el lucro cesante, el arrendamiento de la fábrica, los repuestos de maquinaria, los impuestos sobre la propiedad raíz, los servicios (agua, luz, calefacción, gas, etc.), la depreciación de edificios, la depreciación de maquinaria, las herramientas gastadas, el seguro de edificios, los costos de fletes relacionados con el manejo de los materiales y las prestaciones sociales de todos aquellos trabajadores y empleados que no intervienen en forma directa en la elaboración del producto, con excepción de las



que son propias de los salarios de la administración y de ventas (Gómez Bravo, 2005).

## **VI. HIPÓTESIS**

Las macetas biodegradables de cascarilla de café son funcionales y pueden sustituir la utilización de las bandejas plásticas para el proceso de siembra y trasplante de plántulas de hortalizas.

## **VII. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **7.1. Aspectos y ubicación**

Esta investigación se desarrolló en los laboratorios de ingeniería civil y energías renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería, Recinto Universitario Augusto C. Sandino, ubicados en la ciudad de Estelí, Nicaragua. Se consideró utilizar estos establecimientos ya que prestan las herramientas y las condiciones necesarias para realizar los experimentos competentes al desarrollo y evaluación de este trabajo monográfico.

### **7.2. Tipo de Investigación**

El presente estudio se realizó dentro de la línea de innovación con investigación exploratoria-experimental. Se consideró innovación ya que no existe en el mercado un producto cascarilla de café como materia prima para sustituir el uso del plástico, así mismo exploratoria-experimental ya que se pretendió probar y evaluar distintos aglutinantes que se añadieron a la cascarilla de café, se realizaron distintos tratamientos y pruebas a la mezcla con el fin de comparar los resultados con esto se determinó la fórmula ideal para construir las macetas biodegradables.

#### **7.2.1. Universo**

Todos los productores de plántulas de hortalizas que utilizan el método de trasplante por bandejas plásticas en el departamento de Estelí, Nicaragua.

### **7.2.2. Muestra de entrevista**

Tomando en cuenta el principio de saturación de la información, se consideró tomar una muestra teórica mínima de 6 horticultores que estén sembrando con bandejas, evitando la reiteración de datos a recopilar.

Esta muestra debió de cumplir con los siguientes parámetros: productor hortícola activo radicado en el departamento de Estelí, que utilice el método de siembra y trasplante por bandejas plásticas y con experiencia mínima de cinco años en el campo específico de las plántulas de hortalizas.

## **7.3. Actividades/Tareas por Objetivos Específicos**

La descripción de las distintas etapas, con sus actividades correspondientes para el desarrollo de las macetas biodegradables de cascarilla de café.

### **7.3.1. Diseño de las macetas biodegradables de cascarilla de café determinando los aglutinantes y aditivos a utilizar.**

#### **7.3.1.1. Determinación de las medidas y dimensiones de las macetas biodegradables**

Fue necesario determinar las dimensiones físicas de las macetas para poder haber construido el equipo que las moldeó. Según las bandejas plásticas más utilizadas en el trasplante de plántulas de hortalizas, se encontró la información necesaria para desarrollar las medidas promedio a utilizar en las macetas.

#### **7.3.1.2. Construcción de equipo de compactación**

Dentro del proceso de construcción de las macetas, fue necesario compactar la mezcla para formarlas dentro del molde. Para eso se construyó un equipo que compacte y de la forma con las dimensiones antes definida de las macetas biodegradables para luego pasar al proceso natural de secado de las mismas.

Para esto fue necesario, moldes individuales de lámina de metal de 1mm con la forma cónica truncada para dar la forma a las macetas biodegradables.

#### 7.3.1.3. Trituración de materia prima

Las pruebas que se realizaron, se tomó la cascarilla de café en su estado original procedente de los beneficios secos, sin haber sido alterada con otro proceso.

Esta actividad se realizó depositando la cascarilla de café en una tolva que alimenta a un molino de discos eléctrico que utiliza un motor de  $\frac{1}{2}$  Hp, en su paso la cascarilla se trituró reduciendo su tamaño de partículas de las mismas con el propósito de facilitar la compactación y formación de las macetas.

#### 7.3.1.4. Análisis granulométrico

Este análisis mecánico consistió en ordenar de forma descendente una serie de tamices, depositando la cascarilla seca sobre ellos, agitándolas de forma horizontal o vertical durante 5 o 10 minutos.

Después se procedió a pesar la cascarilla retenida en cada una de las mallas evitando la pérdida de material. Posteriormente, se calculó el porcentaje retenido en cada tamiz con el peso total de la muestra y el porcentaje que pasa respecto a dicho total.

Para encontrar uno de los parámetros que determinaron la malla a utilizar para procesar la cascarilla de café, se realizó una prueba de punto de quiebre en la cual se elaboraron láminas de cascarilla de las distintas granulometrías a un grosor específico y utilizando una mezcla estándar de aglutinantes, estas láminas se secaron por completo para luego, utilizando un penetrómetro dinámico, se encontró la resistencia máxima al quiebre.

Para recolectar los datos se utilizó la siguiente tabla.

**Tabla 1. Recolección de datos de punto de quiebre de muestras**

Nombre de la mezcla	Punto de quiebre (Kg/cm <sup>2</sup> )

*Fuente: Elaboración propia*

#### 7.3.1.5. Preparación de aglutinantes

En esta actividad se realizaron los procedimientos que dicta cada aglutinante para su preparación previa al mezclado con la cascarilla.

Para el almidón de maíz, se debió mezclar en un recipiente con agua fría hasta reducir los grumos, luego dicha mezcla se colocó en una olla para cocerla hasta lograr la consistencia deseada, se debió dejar enfriar para luego utilizarla.

Para la goma arábica, se siguieron los pasos de preparación del almidón de maíz.

La melaza se debió diluir con agua caliente para disminuir la densidad antes de utilizarla en la mezcla.

#### 7.3.1.6. Desarrollo de mezcla

En esta etapa se desarrollaron mezclas experimentales con el propósito de comprobar la incidencia de los aglutinantes con la cascarilla de café. Se pretendió con esto definir las proporciones de cada ingrediente en la mezcla, teniendo como referencia que, el almidón solo pudo funcionar como aglutinante si pasa por un proceso de cocción previa con agua antes de mezclarlo, al igual la melaza se debió diluir en agua ya que la densidad de origen es muy alta y se dificultaría el manejo de la misma. Por último, la goma arábica debió de pasar por proceso similar al almidón, ya que procede en polvo y para agregarlo a la mezcla se debió disolver con agua, por lo que se tuvo que repetir los pasos de cocción que se hicieron para con el almidón.

La cantidad de mezcla que se realizó fue suficiente para cubrir seis moldes de maceta por cada tratamiento, resultando un total de 36 macetas hechas a partir de seis tipos de mezclas.

Se tomó como referencia estudios anteriores de preparación de mezclas con cascarilla de café y aglomerantes. Se realizaron los siguientes tratamientos, pudiéndose presentar cambios en las mezclas según los resultados obtenidos de la primera fase.

Tratamiento 1: 60% Cascarilla de café triturada, 40% almidón cocido (mezcla de 10% almidón en polvo y 30% agua)

Tratamiento 2: 50% Cascarilla de café triturada, 30% almidón cocido (mezcla de 7.5% almidón en polvo y 22.5% agua) y 20% cal diluida (mezcla de 10% cal en polvo y 10% agua)

Tratamiento 3: 60% Cascarilla de café triturada, 40% melaza diluida (mezcla de 30% melaza y 10% agua)

Tratamiento 4: 50% Cascarilla de café triturada, 30% melaza diluida (mezcla de 22.5% melaza y 7.5% agua) y 20% cal diluida (mezcla de 10% cal en polvo y 10% agua)

Tratamiento 5: 60% Cascarilla de café triturada, 40% goma arábica disuelta (mezcla de 10% goma arábica en polvo y 30% agua)

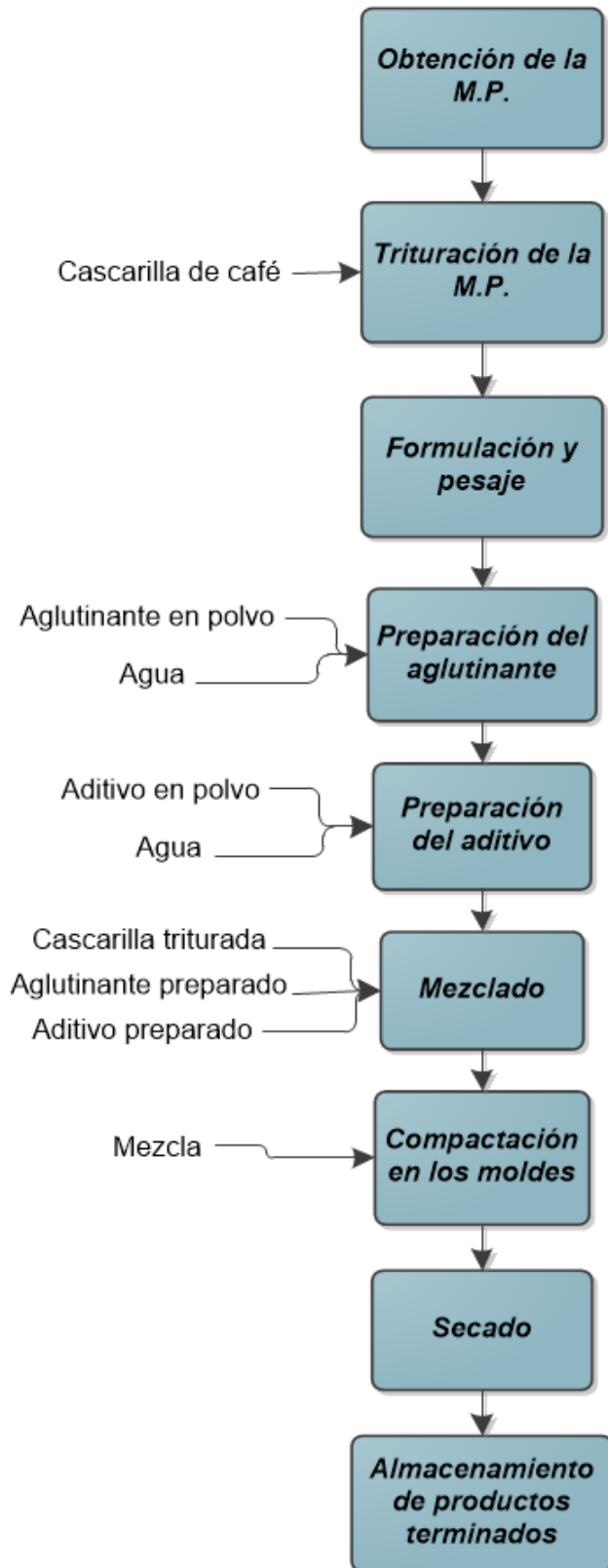
Tratamiento 6: 50% Cascarilla de café triturada, 30% goma arábica disuelta (mezcla de 7.5% goma arábica en polvo y 22.5% agua) y 20% cal diluida (mezcla de 10% cal en polvo y 10% agua)

#### 7.3.1.7. Secado

Luego de obtener los 36 moldes procedentes de la compactación, se colocaron dos días bajo sol para secarlos, evitando que estos se mojen y provocando que los aditivos cementantes cumplan su función de impedir que el producto se disgregue.

#### Flujo de proceso productivo

Para organizar un orden lógico de actividades, se propuso diseñar un flujo de proceso donde se destacaron las operaciones por las cuales la materia prima y demás componentes pasaron para convertirse en macetas biodegradables. Las operaciones y acciones descritas en el siguiente diagrama pueden variar debido a los descubrimientos realizados en la etapa de ejecución de este trabajo monográfico.



**Ilustración 1. Propuesta de procesos para elaborar macetas biodegradables**

### 7.3.2. Pruebas críticas con las mejores mezclas evaluadas de las macetas biodegradables

#### 7.3.2.1. Humedad relativa

Para obtener este dato cuantitativo se realizó una prueba en laboratorio en la cual se midió el nivel de humedad por diferencia de materia seca, esto definiendo el porcentaje de humedad con el que las macetas biodegradables cuentan al momento de su secado final ya que esto determinó un factor importante en la resistencia que estas tuvieron al momento de su utilización en el campo.

Para la prueba en laboratorio fue necesario utilizar los siguientes materiales y procedimientos descritos a continuación.

#### *Materiales y equipo*

- Macetas biodegradables
- Secador Thermo Scientific
- Balanza digital Scout 600g, 0.01g de precisión

#### *Procedimiento*

- a) Las muestras de macetas biodegradables se pesaron antes de comenzar la prueba y se registraron los valores.
- b) Se introdujeron las macetas biodegradables en el secador a una temperatura constante de 60°C.
- c) Se pesaron las muestras al final de 24 horas y se registraron los datos.

Según (Amador, Morazán, & Rugama, 2012), para calcular el porcentaje de humedad se aplicó la siguiente formula con los datos del experimento:

#### ***Ecuación 1. Fórmula para calcular el porcentaje de humedad***

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso final}} \times 100$$



### 7.3.2.2. Resistencia de las macetas biodegradables

En esta actividad se analizó la resistencia que tienen las macetas biodegradables al manejo y transporte que estas tuvieron al momento de su utilización final, por lo que se desarrolló una mezcla que resista estas condiciones. Para esto, se realizaron experimentos simulando las condiciones físicas a las que las macetas podrían estar expuestas, condiciones tales como: vibración excesiva al momento de la transportación, contacto crítico que provoque quebraduras en las macetas y compilación máxima permitida.

Para las pruebas de vibración excesiva y contacto crítico, se realizó un experimento en el cual se colocaron las macetas, tres muestras de cada tratamiento tentativo seleccionado, en una cajilla de madera que las pueda contener y exponerlas a movimiento y vibración constante por 15 minutos. Luego de ese tiempo se observaron los resultados, valorando la condición física de las macetas en una escala 1-5, siendo 1 la condición intacta y 5 la condición peor lograda. Se recopiló los datos en la siguiente tabla.

**Tabla 2. Recolección de datos de prueba de vibración y contacto crítico**

Tratamientos	Muestra	Escala de Valoración				
		1	2	3	4	5
	1					
	2					
	3					

*Fuente: Elaboración propia*

Para la prueba de compilación máxima permitida se encontró la cantidad máxima de macetas que se pudieron apilar una sobre otra, ya que fue importante esta información para el embalaje y transporte de las mismas. Este experimento se basó principalmente en la observación del comportamiento físico de las macetas al momento de su compilación, para no exceder la cantidad de macetas evitando provocar daños en las mismas.

#### 7.3.2.3. Determinación de semillas a utilizar

La siguiente actividad se delimitó la semilla a utilizar en los experimentos de campo que se realizaron con las macetas biodegradables. Para determinar esto se tomó en cuenta las hortalizas que se siembran en el departamento, de ese grupo se tomaron las que se siembran y trasplantan por el método de bandejas plásticas y de estas se eligió la de mejor productividad y comercialización tomando en cuenta datos actualizados.

Una vez teniendo la semilla a utilizar se procedió a realizar las pruebas de campo con las macetas biodegradables.

#### 7.3.2.4. Pruebas de campo

Las actividades que se realizaron en esta etapa fueron experimentos con los mejores tratamientos evaluados previamente, se probó las macetas en el campo de utilización final y se comparó con las bandejas plásticas utilizadas en la misma actividad. Para esto fue necesario contar con las macetas biodegradables, sustrato y semillas; también estas pruebas fueron realizadas en un invernadero para que las plántulas no se expongan a insectos, virus o plagas. El propósito de estas pruebas fue la obtención de los siguientes datos: el tiempo de desarrollo promedio de la plántula en la maceta biodegradable, la medición del peso, el grosor del tallo, cantidad de hojas y color.

Estos datos se recolectaron utilizando la siguiente tabla:

**Tabla 3. Recolección de datos de prueba de campo**

Tratamientos	Variables				
	Tiempo (días)	Peso (gr)	Grosor (mm)	Cant. Hojas	Coloración

*Fuente: Elaboración propia*

A continuación de la recolección de los datos, se realizó una comparación cualitativa y cuantitativa contra las bandejas plásticas, esto se representó en una tabla de análisis comparativo.

**Tabla 4. Análisis comparativo entre las bandejas plásticas y las macetas biodegradables**

Bandejas plásticas	Macetas biodegradables

*Fuente: Elaboración propia*

Dentro de la evaluación del mejor método de siembra y trasplante se realizó una prueba estadística “T” de muestras independientes que utilizó los datos recolectados en las muestras de campo y concluyó con una comparación de las variables representativas de cada método.

### **7.3.3. Elaboración de la propuesta de mercado del producto**

#### **7.3.3.1. Determinación de las generalidades del producto**

En esta actividad se definieron los beneficios, utilidades y propiedades del producto, los cuales se orientaron a los horticultores dándoles a conocer las diferencias entre las macetas biodegradables y la competencia, destacando la ventaja ambiental. Esta información se recogió de los estudios realizados en las actividades anteriores para tener fundamentos teóricos y cuantitativos del producto.

#### **7.3.3.2. Embalaje**

En esta parte se analizaron las características físicas del producto para determinando el tipo de embalaje que sea más conveniente para las macetas biodegradables, este tuvo que cumplir con: una fácil manipulación, protección al producto, de material resistente y de ser necesario que su exterior contenga información acerca del producto.

Determinar el embalaje fue muy importante porque sirvió para el transporte del producto manteniendo su buen estado al distribuirlo. Esto se definió según las pruebas de compilación máxima de macetas biodegradables para no sobrepasar la capacidad de las mismas.

#### 7.3.3.3. Definir el ciclo de vida del producto

El ciclo de vida de un producto está compuesto por cuatro fases, a continuación se mencionarán las actividades que se realizaron en cada una de ellas.

En la fase introducción se presentó y se ofertó el producto para que los horticultores conozcan sus beneficios y utilidades, con el propósito de lograr la aceptación de las macetas biodegradables.

En la fase crecimiento se investigaron las actividades que puedan permitir que la aceptación y las ventas del producto crezcan, logrando posicionarse en el máximo nivel del mercado.

En esta etapa de maduración se exploraron las actividades necesarias para que el producto establezca sus ventas, mantenga la posición en el mercado y sustituya a la competencia directa.

En la fase de declinación se indagó cuáles pudieron ser los peores escenarios y situaciones críticas que el producto puede llegar a pasar y que estos lleven a su declive en el mercado.

#### 7.3.3.4. Entrevistar a productores

Se entrevistaron como mínimo seis horticultores del departamento de Estelí, siguiendo las características específicas redactadas en la definición de la muestra teórica, con el propósito de conocer su opinión de las características y beneficios del producto y se recolectaron datos que sean útiles para hacer mejoras en el desarrollo de las macetas biodegradables.

### 7.3.4. Desarrollo y análisis de costos parciales

#### 7.3.4.1. Establecer los costos de producción

En esta actividad se realizó una recopilación de los costos financieros involucrados en la producción de las macetas, esto con el propósito de registrar un costo unitario luego se determinó el precio de venta del producto.

Para lograr establecer los costos de producción fue necesario recopilar los costos de material directo o costos de la materia prima directa, los costos indirectos de fabricación o CIF y las unidades producidas. Se utilizó la siguiente formula.

#### ***Ecuación 2. Fórmula de costos unitarios***

$$\text{Costo de producción unitario} = \frac{\text{Costos Material Directo} + \text{CIF} + \text{Mano de obra}}{\text{Unidades producidas}}$$

#### 7.3.4.2. Establecer los costos del material directo

En esta fase se registraron los costos de los materiales involucrados directamente en el proceso de creación de las macetas biodegradables, tales materiales se definieron en la etapa de desarrollo del producto la cual estableció proporciones y nombres de materiales específicos a utilizar.

***Tabla 5. Costos de Materiales Directos***

Cant.	Materiales directos	Precio unitario	Total
TOTAL Costos Material Directo			

*Fuente: Elaboración propia*

#### 7.3.4.3. Establecer los costos indirectos de fabricación C.I.F.

La actividad de establecer los costos indirectos de fabricación permitió completar los datos necesarios para determinar los costos totales de producción. Para encontrar los CIF, se fue necesario recopilar todos los costos involucrados indirectamente en el proceso de creación de las macetas biodegradables tales como el agua, la energía eléctrica, gas propano, entre otros. Fue importante para el cálculo de los CIF considerar las unidades que se producen por los costos indirectos involucrados en el proceso.

#### 7.3.4.4. Determinar el precio de venta

Obteniendo los costos unitarios de producción, el siguiente paso en el desarrollo financiero fue el cálculo del precio de venta, para esto fue necesario determinar el porcentaje de utilidades que se aplicó. Al final según (Goñi Avila, 2008) se aplicó la siguiente fórmula:

#### ***Ecuación 3. Fórmula para precio de venta unitario***

$$\text{Precio unitario} = \frac{\text{Costos Totales Unitarios}}{(1 - \% \text{ de utilidades})}$$

### **7.4. Materiales y métodos de procesamiento y análisis de la información**

Para la redacción y organización del informe final se utilizó Microsoft Word versión 2013 ya que es un software dedicado especialmente al procesamiento de texto, a su vez, para la recopilación de los datos arrojados en los experimentos a realizar y su debida representación en gráficos, se utilizó Microsoft Excel versión 2013. Otros softwares que se utilizaron fueron Infostat para la interpretación de datos estadísticos y AutoCAD para la representación del diseño de las macetas biodegradables.

Para recolectar evidencias fotográficas de los experimentos y del desarrollo del tema a lo largo del tiempo se utilizó una cámara fotográfica marca Sony modelo DSC-H400x.

En los métodos de procesamiento de información, en este trabajo monográfico se utilizaron métodos cuantitativos estadísticos, estadística descriptiva y a su vez estadística inferencial. También, técnicas como análisis de varianza y comparación de los promedios.

Durante la realización del proyecto, se utilizó cascarilla de café, aglutinantes tales como: almidón de maíz, melaza y cal agrícola; estos materiales se utilizaron para la experimentación de las mezclas propuestas de las macetas biodegradables.

## VIII. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 8.1. Diseño de las macetas biodegradables de cascarilla de café determinando los aglutinantes y aditivos a utilizar.

#### 8.1.1. Determinación de las medidas y dimensiones de las macetas biodegradables

A través de la investigación objetiva de las principales bandejas utilizadas por productores en la zona, se ha determinado las dimensiones de las macetas biodegradables a utilizar, las cuales son de 5cm de diámetro superior, 3cm de diámetro inferior y 6cm de altura y 0.5cm de grosor de la mezcla. También, como parte del diseño de las macetas, se establece un agujero en la cara inferior con un diámetro de 0.5cm con el propósito de la filtración del agua en el sustrato, evitando la saturación de líquidos.

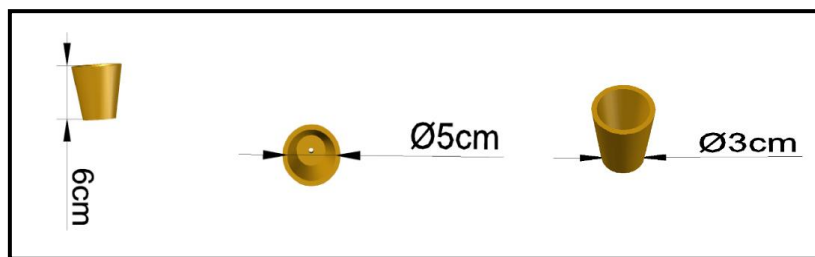


Ilustración 2. Dimensiones de las macetas biodegradables

#### 8.1.2. Construcción de equipo de compactación

Se realizaron nueve moldes para la compactación de la mezcla los cuales darán la forma cónica truncada a las macetas biodegradables, tomando en cuenta las dimensiones establecidas en el objetivo anterior.

Los moldes se elaboraron de láminas de metal de 1mm, las cuales se doblaron uniformemente para lograr la forma cónica, se procedió a cortar el cilindro cónico en dos partes separándolas de manera vertical, luego se soldó en una de las uniones de una de las partes, una bisagra de dos pulgadas para lograr el movimiento de ambas partes del molde. Logrado esto, se pulieron las partes para aplicarles pintura anticorrosiva, esto con el propósito de evitar la oxidación del metal provocada por la humedad de la mezcla.





**Ilustración 3. Moldes metálicos cilíndricos cónicos terminados**

Para la sujeción de los nueve moldes, se construyó una bandeja de madera con nueve agujeros de menor diámetro que el de los cilindros cónicos, esto con el objetivo de agrupar los materiales del equipo de compactación en un mismo espacio.



**Ilustración 4. Bandeja de sujeción de los moldes metálicos**

### 8.1.3. Trituración de materia prima

En esta etapa, la cascarilla pasó por el proceso de trituración, reduciendo el tamaño de las partículas bajo la acción de un molino eléctrico, donde se puede apreciar considerablemente, la diferencia entre la materia prima sin procesar.



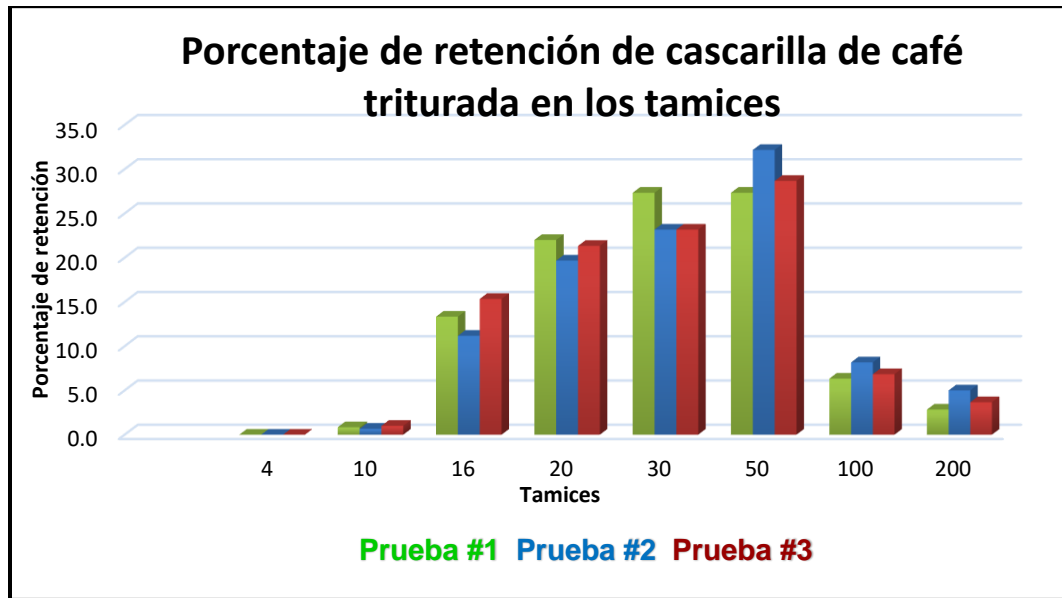
***Ilustración 5. Proceso de trituración de cascarilla de café***

### 8.1.4. Análisis granulométrico

El análisis granulométrico permitió determinar la mayor retención de materia en los tamices, resultando, según se puede observar en la figura, que la cascarilla de café triturada quedó en mayores cantidades en el tamiz número 20 con especificaciones: metric 850 $\mu$ m, inches 0.331; tamiz número 30 con especificaciones: metric 600 $\mu$ m, inches 0.234 y tamiz número 50 con especificaciones: metric 300 $\mu$ m, inches 0.0117.



***Ilustración 6. Análisis granulométrico de cascarilla de café triturada***



***Ilustración 7. Porcentaje de retención de cascarilla de café triturada***

Se realizaron tres pruebas para verificar la fiabilidad de los datos, teniendo en promedio resultados similares de retención de cascarilla.

Por lo tanto, se determinó que se utilizará la materia resultante de los tamices número 20, 30 y 50, ya que las partículas presentan características adecuadas para la compactación y resistencia de las macetas biodegradables lo que se comprobará en las siguientes pruebas.

#### ➤ **Pruebas de punto de quiebre**

Se procedió a elaborar láminas de 10cm por 5cm de longitud y 5mm de grosor utilizando cascarilla procedente de los tamices #20, #30 y #50 con una mezcla estándar de aglutinante a partir de almidón de maíz y agua. Estas láminas se secaron por completo para dar lugar a la realización de la prueba de punto de quiebre utilizando el instrumento penetrómetro dinámico, el cual determinó la resistencia ofrecida por la lámina hasta su punto de quiebre.

Los resultados se colectaron en la siguiente tabla:

**Tabla 6. Resultados de prueba de punto de quiebre**

Nombre de la mezcla	Punto de quiebre
Lámina de cascarilla procedente del tamiz #20	1.5 Kg/cm <sup>2</sup>
Lámina de cascarilla procedente del tamiz #30	1.9 Kg/cm <sup>2</sup>
Lámina de cascarilla procedente del tamiz #50	2.2 Kg/cm <sup>2</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

Con dichos resultados se puede comprobar la teoría que dicta que entre menor sea el tamaño de las partículas, mayor será la resistencia que el material tendrá, por lo tanto, la lámina elaborada de cascarilla de café procedente del tamiz #50 obtuvo los mejores resultados en punto de quiebre siendo esta la de mayor resistencia.

#### 8.1.5. Preparación de aglutinantes

Se procedió a realizar las pruebas con las macetas biodegradables utilizando únicamente el almidón de maíz y la melaza como materiales aglutinantes y la cal como aditivo a la mezcla, por las altas aceptaciones que han tenido en el proceso de compactación de materiales biodegradables, específicamente utilizando la cascarilla de café como materia prima. Por lo tanto, se descartó la utilización de goma arábica como aglutinante en la mezcla debido a la nula disponibilidad, ya que este material es importado por industrias generalmente alimenticias y su compra externa influye altos costos.

Para la preparación del almidón de maíz, se mezcló tres partes de agua con una parte de almidón en polvo, esta mezcla se batió rigurosamente con el propósito de evitar grumos o variabilidades en las concentraciones. Seguido, la mezcla se colocó en una olla para su cocción a fuego medio.

Para la preparación de la melaza, primeramente se filtró el líquido con el propósito de eliminar cuerpos extraños que presente la misma; luego, según el tratamiento establecido, se añadió a la mezcla sin ninguna variación.

El aditivo que se agregó es la cal, la cual se preparó disolviendo la misma en un recipiente con la proporción 50% agua y 50% cal en polvo, esta se agregó a la mezcla según los tratamientos establecidos con anterioridad.

#### 8.1.6. Desarrollo de mezcla

Para desarrollar el producto se utilizaron diferentes mezclas de aglutinantes con diferentes tipos de granulometrías con el objetivo de establecer cuales presentaban los mejores resultados en el proceso de formación y compactado en los moldes de las macetas biodegradables, siguiendo los tratamientos establecidos con anterioridad.

Durante el proceso de elaboración de las mezclas y consecuente formado de las macetas, se presentaron algunas deficiencias e irregularidades causadas principalmente por el tipo de proporción de aglutinantes y también por la granulometría de la cascarilla de café.



***Ilustración 8. Maceta biodegradable con cascarilla de café procedente del tamiz #20***

Uno de los inconvenientes se manifestó al utilizar la cascarilla procedente del tamiz #20 ya que por su tamaño de micras, se dificulta la compactación y agrupación de las partículas, por lo que al retirar el molde, la mezcla no mantuvo la forma deseada.

Utilizando la cascarilla procedente de los tamices #30 y #50, se obtuvieron mejores resultados en la mezcla y formación de las macetas biodegradables, ya

que entre menor sea el tamaño de partículas, mayor facilidad esta presentó al momento de compactarla y darle la forma deseada.

Otra observación que se realizó es que al utilizar solamente almidón de maíz cocido como aglutinante, la mezcla no obtuvo el suficiente agarre entre las partículas para mantener la forma deseada en los moldes, no importando la granulometría utilizada en la mezcla.



***Ilustración 9. Macetas biodegradables utilizando únicamente almidón de maíz cocido como aglutinante***

Se obtuvieron excelentes resultados en la mezcla de cascarilla de café procedente de los tamices #30 y #50 con una proporción de almidón de maíz cocido del 30% del total de la mezcla y una proporción de cal diluida del 20% del total de la mezcla, ya que los macetas no se disgregaron al momento de retirar los moldes, la extracción de las mismas fue más sencilla y mantuvieron la forma deseada.



***Ilustración 10. Macetas biodegradables con almidón de maíz cocido y cal como aglutinante***



Al utilizar únicamente melaza como aglutinante, se verificó que esta no permite una aglomeración suficiente para que las macetas biodegradables mantengan la forma deseada en los moldes, además, por sus características físicas, al actuar con la cascarilla de café esta se adhiere a las paredes internas de los moldes. En la mezcla conformada de cascarilla de café triturada procedente del tamiz #50 con una proporción de melaza del 30% y una proporción de cal diluida del 20% del total de la mezcla, los resultados fueron aceptables ya que la mezcla mantuvo su forma y la extracción de las macetas biodegradables de los moldes fue sencilla.



**Ilustración 11. Maceta biodegradable con melaza y cal como aglutinante**

Por lo consiguiente, se determinó que se utilizó en el secado los tratamientos siguientes: 50% cascarilla de café triturada, 30% melaza y 20% cal (C50M30C20), también el tratamiento 50% de cascarilla de café triturada, 30% almidón de maíz y 20% cal (C50A30C20)

#### 8.1.7. Secado

Se obtuvieron las macetas provenientes del proceso de moldeado y compactación en los moldes metálicos para dar paso al secado en el aire libre. Por lo que se pudo observar en este proceso, las macetas elaboradas con melaza como aglutinante (tratamiento C50M30C20) no se secaron, porque la misma se cristaliza en temperaturas bajas, pero al entrar en contacto con el calor esta se vuelve maleable otra vez. En cambio, las macetas elaboradas con almidón de maíz como aglutinante (tratamiento C50A30C20), se secaron en su totalidad en un lapso de dos días con un clima ventoso y soleado, cabe destacar

que este periodo puede variar según las condiciones climáticas del entorno. Determinando por lo consiguiente la utilización del tratamiento C50A30C20 para las siguientes pruebas.

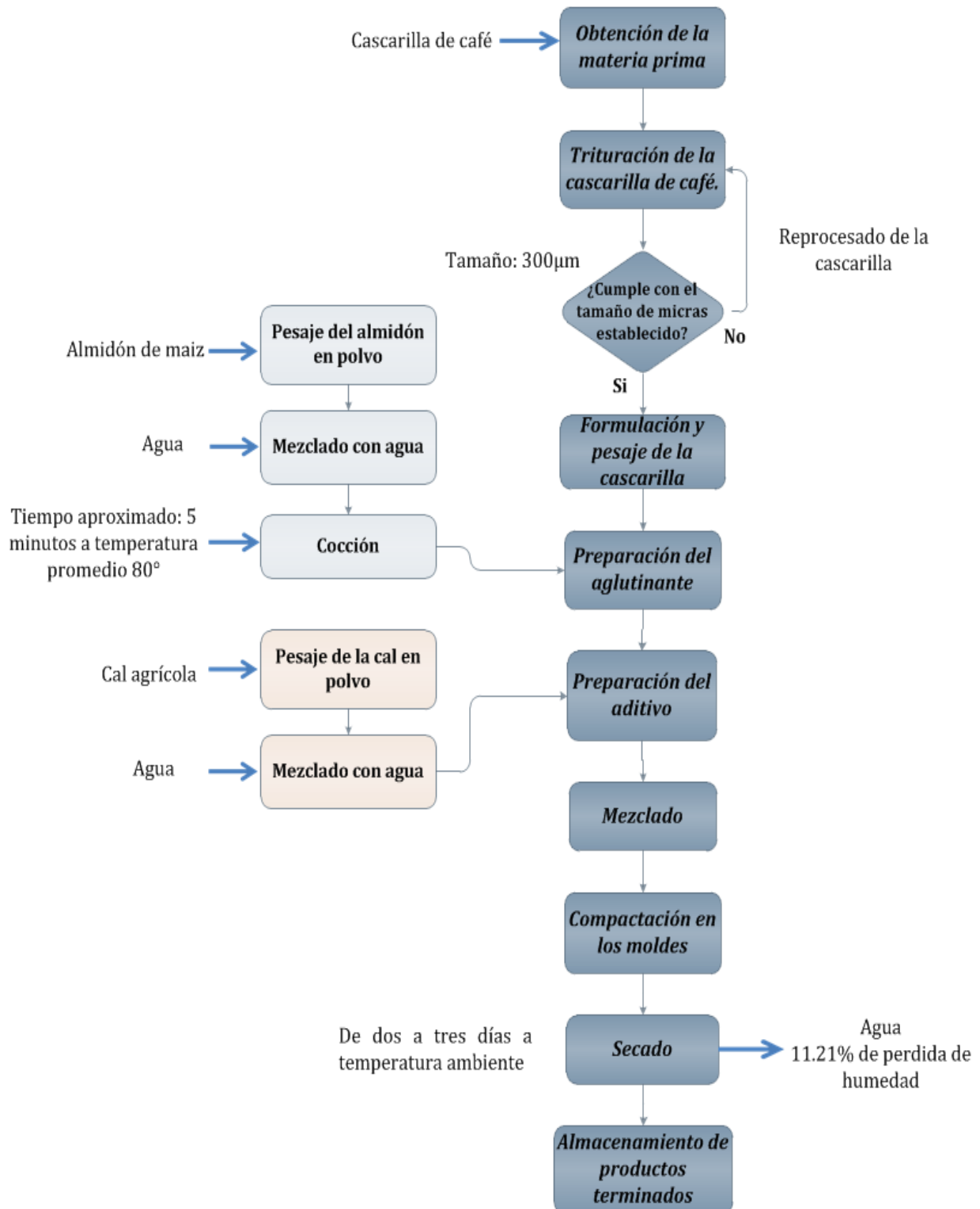
➤ Flujos de procesos productivos

Durante la experimentación de las distintas etapas de este trabajo monográfico, se estableció los procesos y subprocesos involucrados en la elaboración de las macetas biodegradables, tomando como referencia el tratamiento establecido de cascarilla de café al 50%, almidón de maíz al 30% y cal agrícola al 20% (C50A30C20) para la mezcla.

Se tomaron los datos relevantes que se involucran en el proceso, tales como las entradas de materiales, salidas de residuos u otros, comentarios descriptivos de las etapas, tiempos específicos de los procesos y coeficientes técnicos promedios.

Dentro de la línea principal de transformación, se involucran dos subprocesos esenciales en la etapa de mezclado, que son la preparación del aglutinante y la preparación del aditivo, por ende, se separaron del proceso principal para indicar más detalles en ellos.





**Ilustración 12. Flujo de procesos de macetas biodegradables utilizando el tratamiento C50A30C20**

## 8.2. Pruebas críticas con las mejores mezclas evaluadas de las macetas biodegradables

### 8.2.1. Humedad relativa

Se realizó el experimento para el cálculo del valor de la humedad relativa en las macetas biodegradables luego de su etapa de secado, esta prueba se realizó en el laboratorio de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Al finalizar las 24 horas establecidas en las que los moldes se sometieron a una temperatura de 60°C constante, se tomó la medida de sus pesos a través de una balanza electrónica para comparar estos datos con los tomados antes de dar inicio al experimento. Los mismos datos se introdujeron a una hoja electrónica para utilizar la siguiente fórmula para el cálculo del porcentaje de humedad:

#### ***Ecuación 4. Fórmula para el porcentaje de humedad***

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso final}} \times 100$$

*Fuente: Elaboración propia*

Sustituyendo los datos en la ecuación, para cada una de las muestras, obtenemos los siguientes resultados:

➤ Muestra #1.

$$\% \text{ humedad} = \frac{29.00\text{gr} - 26.00\text{gr}}{26.00\text{gr}} \times 100$$

$$\% \text{ humedad} = 10.34\%$$

➤ Muestra #2.

$$\% \text{ humedad} = \frac{28.50\text{gr} - 25.50\text{gr}}{25.50\text{gr}} \times 100$$

$$\% \text{ humedad} = 10.53\%$$

➤ Muestra #3

$$\% \text{ humedad} = \frac{28.50\text{gr} - 25.00\text{gr}}{25.00\text{gr}} \times 100$$

$$\% \text{ humedad} = 12.28\%$$

➤ Muestra #4

$$\% \text{ humedad} = \frac{29.00\text{gr} - 25.50\text{gr}}{25.50\text{gr}} \times 100$$

$$\% \text{ humedad} = 12.07\%$$

➤ Muestra #5

$$\% \text{ humedad} = \frac{29.00\text{gr} - 26.00\text{gr}}{26.00\text{gr}} \times 100$$

$$\% \text{ humedad} = 10.34\%$$

➤ Muestra #6

$$\% \text{ humedad} = \frac{30.00\text{gr} - 26.50\text{gr}}{26.50\text{gr}} \times 100$$

$$\% \text{ humedad} = 11.67\%$$

A continuación, se calculó el porcentaje global partiendo de los porcentajes de cada muestra, obteniendo como resultado un 11.21% de humedad relativa en las macetas biodegradables.

#### 8.2.1.1. Resistencia de las macetas biodegradables

Se realizó la prueba de resistencia de las macetas biodegradables, transportándolas desde el Recinto Augusto C. Sandino de la Universidad Nacional de Ingeniería hacia la comunidad de La Tunosa ubicada entre el límite departamental entre Estelí y el departamento de León. La ruta a dicha comunidad presenta obstrucciones de baches, caminos en mal estado que provocan altos niveles de vibraciones y saltos abruptos.

En la realización de esta prueba, se pudo constatar que las macetas biodegradables tiene una resistencia mecánica adecuada a un transporte con caminos de difícil acceso, resolviendo el problema de traslado a los distintos horticultores potenciales de este producto, ya que en su mayoría estos están ubicados en zonas rurales de caminos con malas condiciones.

Se analizó cualitativamente el estado físico de cada muestra sometida a la prueba y los resultados se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Resultados de prueba de vibración y contacto crítico**

Tratamiento	Muestra	Escala de Valoración				
		1	2	3	4	5
Cascarilla de café al 50%, Almidón de maíz al 30% y Cal agrícola al 20% C50A30C20	1	X				
	2		X			
	3	X				
	4	X				
	5			X		

*Fuente: Elaboración propia*

A continuación, se detallan las asignaciones cuantitativas del estado de las macetas después de las pruebas de vibración y contacto crítico y su descripción cualitativa de cada asignación.

**Tabla 8. Descripción de la escala de valor cualitativa para la prueba de resistencia a la vibración y contacto crítico**

Leyenda	
Porcentaje de valoración	Descripción cualitativa
100%	Representa ningún daño en la integridad física en las macetas biodegradables

80%	Representa desprendimiento leve de partículas pequeñas de material en las macetas biodegradables
60%	Representa desprendimiento moderado de partículas medianas de material y/o agrietamientos superficiales en las macetas biodegradables
40%	Representa desprendimientos de partículas grandes de material y/o agrietamientos profundizados en las macetas biodegradables
20%	Representa deterioro casi total y/o agrietamientos totales en la integridad física de las macetas biodegradables

*Fuente: Elaboración propia*



**Ilustración 13. Muestras #1, #2, #3, #4 y #5 de izquierda a derecha de macetas biodegradables después de las pruebas de vibración y contacto crítico**

Tomando en cuenta estos porcentajes de valoración con los datos obtenidos en la prueba de vibración y resistencia, se puede interpretar los datos cualitativos en datos cuantitativos, obteniendo un promedio global de 88.00% de resistencia a las vibraciones y al contacto crítico.

Para la prueba de compilación máxima permitida, se constató que por sus dimensiones físicas, las macetas biodegradable se pueden compilar a manera de ensamble una sobre otra, pero vale destacar que resisten el contacto directo de unas hacia otras, sin presentar daños perceptibles o quebraduras a pesar de las vibraciones a las que fueron sometidas.

#### 8.2.1.2. Determinación de semillas a utilizar

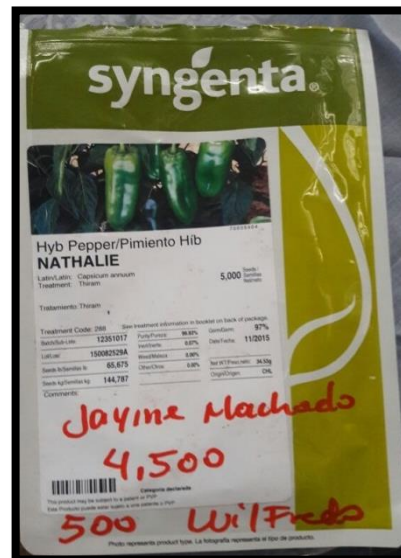
Como parte de la experimentación con las macetas biodegradables, se obtuvieron las semillas de dos tipos de hortalizas, las cuales se siembran por el método de bandejas plásticas en el departamento de Estelí. El primer tipo es la

semilla de tomate (*solanum lycopersicum*) de la variedad Pony Express F1, proporcionada por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria INTA a los productores de tomate debido a sus altos niveles de productividad y adaptación a los suelos de la región.

Así mismo, el segundo tipo de semilla a utilizar es la del chiltoma (*capsicum annuum*) de la variedad híbrida Nathalie.



**Ilustración 15. Semilla de tomate utilizada en las pruebas de campo**



**Ilustración 14. Semillas de chiltoma utilizadas en las pruebas de campo**

#### 8.2.1.3. Pruebas de campo

Se estableció que uno de los propósitos principales de estas pruebas de campo, es determinar indicadores de utilización de las macetas biodegradables en las hortalizas seleccionadas previamente, para proporcionar esta información a los productores en las entrevistas propuestas a realizar.

Se procedió a llenar 45 macetas biodegradables con sustrato virgen previamente limpiado, destinando 30 macetas para la siembra de tomate y 15 macetas para la siembra de chiltoma. También se le aplicó el fungicida multi acción MANCOZEB a una proporción de 5 gramos por litro, para evitar la formación de hongos que perjudiquen el desarrollo de la planta, simulando las condiciones que los productores de plántulas en bandejas plásticas utilizan.



***Ilustración 17. Macetas biodegradables llenadas con sustrato***

Luego de haber llenado las macetas, se procedió a humedecer el sustrato y se dejó por 4 horas antes de sembrar las semillas de tomate y chiltoma.

Se colocaron las semillas de ambas hortalizas a una profundidad de 1.5cm aproximadamente, colocando dos semillas por maceta.

Las macetas se colocaron en una malla sosteniéndolas a la mitad de su altura, permitiendo ordenarlas por cultivo en un mesón de madera.

En los días de germinación de las semillas, se procedió a regar una vez al día por las mañanas, aplicando 25cc de agua potable por maceta.



***Ilustración 18. Maceta biodegradable con plántula de tomate***



En el 6to día de haberse sembrado, las plantitas de tomate reventaron de la semilla y se pudo apreciar el tallo con dos hojitas, a partir de ese día se aumentó la cantidad de agua aplicada a las plantitas de tomate por sugerencia de técnicos del INTA se duplicó la dosis de agua y se duplicó la frecuencia de riego hasta llegar a la etapa V3 de la planta.

Desde los días 1 hasta el día 8, se pudo observar una ligera retención de humedad en las macetas pero sin deterioro físico, la consistencia de las mismas es firme y sostenible, ideal para el trasplante futuro al suelo.

Después, en los días siguientes, las plántulas se regaron aplicándole 0.5 litros de agua por planta una vez cada uno o dos días durante el restante de días hasta llegar a la etapa final de trasplante.

Según (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013), una de las principales afecciones a las plántulas sembradas por el método de bandejas plásticas es el “Mal de los Almácigos” o “Damping off”, sus agentes causales son un complejo de hongos: *Rhizoctonia solani*, *Pythium spp.*, *Fusarium spp.*, *Sclerotinia spp.*, *Sclerotium spp.* y *Phytophthora spp.*, provocando coloraciones parda oscura, de aspecto acuoso o secas que se desarrollan en las paredes exteriores del sustrato, afectando las raíces y obstruyendo el desarrollo de la planta.



**Ilustración 19. Macetas biodegradables con plántulas de tomate y chiltoma**



En los 24 días de observación de las macetas biodegradables con ambos cultivos, no se observó que presentaran el Mal de los Almácigos, por lo que esto representa un beneficio para los productores de dichas plántulas ya que no se verá afectado el desarrollo.

En el día 16 de siembra, el tomate presentó el tercer nodo brotando la tercera hoja, iniciando con esto la etapa V3 previa al trasplante final. En cambio, la chiltoma en el día 18 se observó en la totalidad de las muestras sembradas la presencia del tercer nodo.

Desde inicios, hasta los últimos días de observación, se notó una coloración verde claro en las hojas de ambos cultivos, sin marchitarse ni decolorarse en los 24 días de observación.

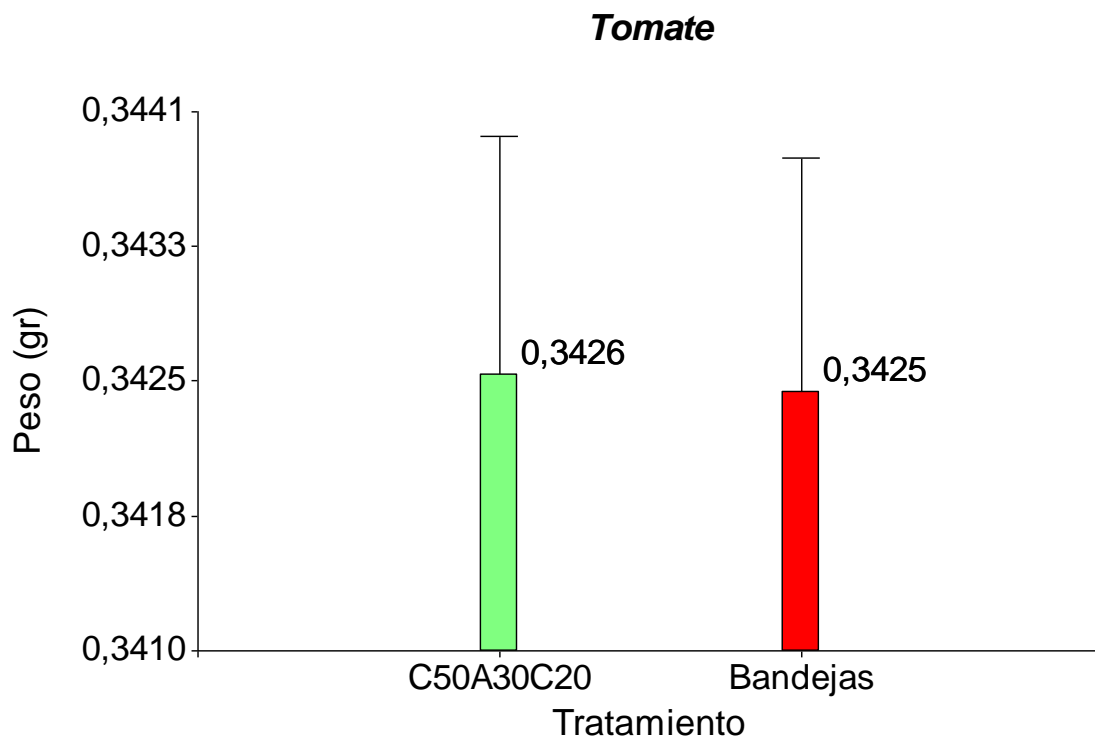
En el día 24, se procedió a tomar los datos restantes de la recolección de la prueba de campo que se detallaron en la tabla 23 en anexos.

A continuación de estos datos recopilados, se colectaron los datos resultantes de las pruebas testigos realizadas con bandejas plásticas de 52 celdas de 2  $\frac{3}{4}$ " de altura x 1  $\frac{1}{2}$ " de diámetro superior x 1" de diámetro inferior descritas en la tabla 24 en anexos.

En ambas pruebas se coincidió en el número de hojas que la plántula tenía al momento de su medición en el día 24 y la coloración de las hojas, resultando la cantidad de tres hojas en cada plántula con una coloración verde claro sin variaciones.

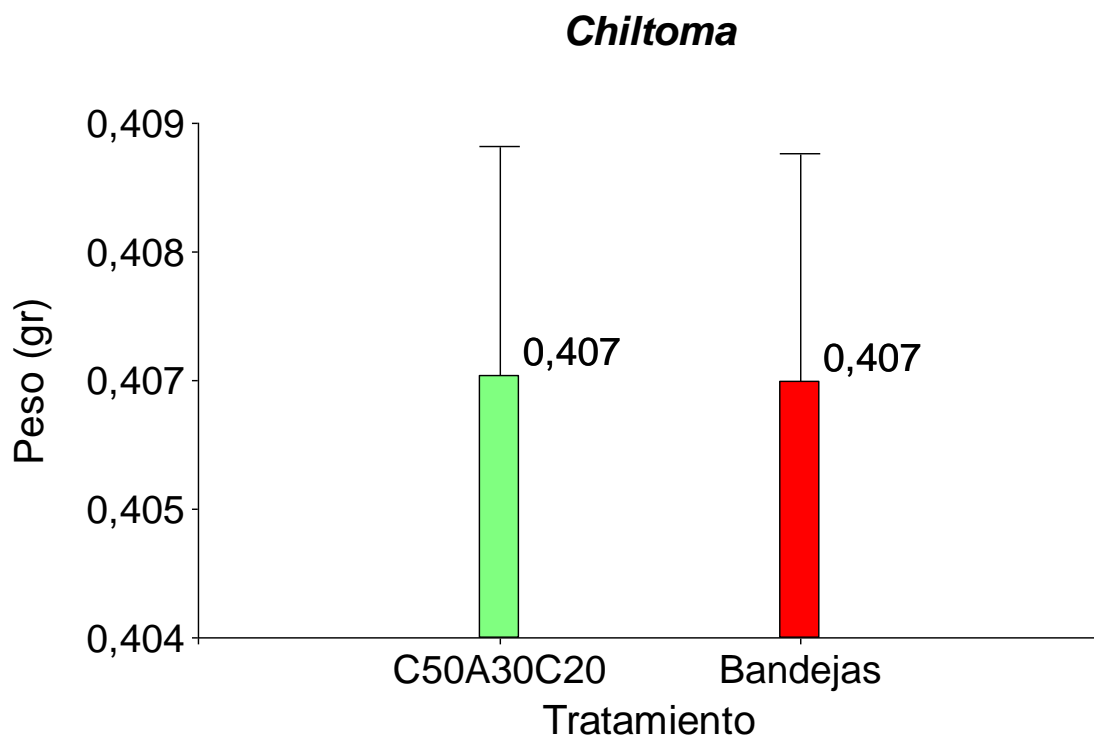
#### Prueba estadística "T" para muestras independientes

Con los datos recopilados de las pruebas de campo, se procedió a realizar una prueba estadística para muestras independientes utilizando las variables de peso y grosor de las plántulas de tomate y chiltoma sembradas en macetas biodegradables y en bandejas plásticas, recolectadas en el día 24 de su desarrollo cumpliendo la etapa V3.



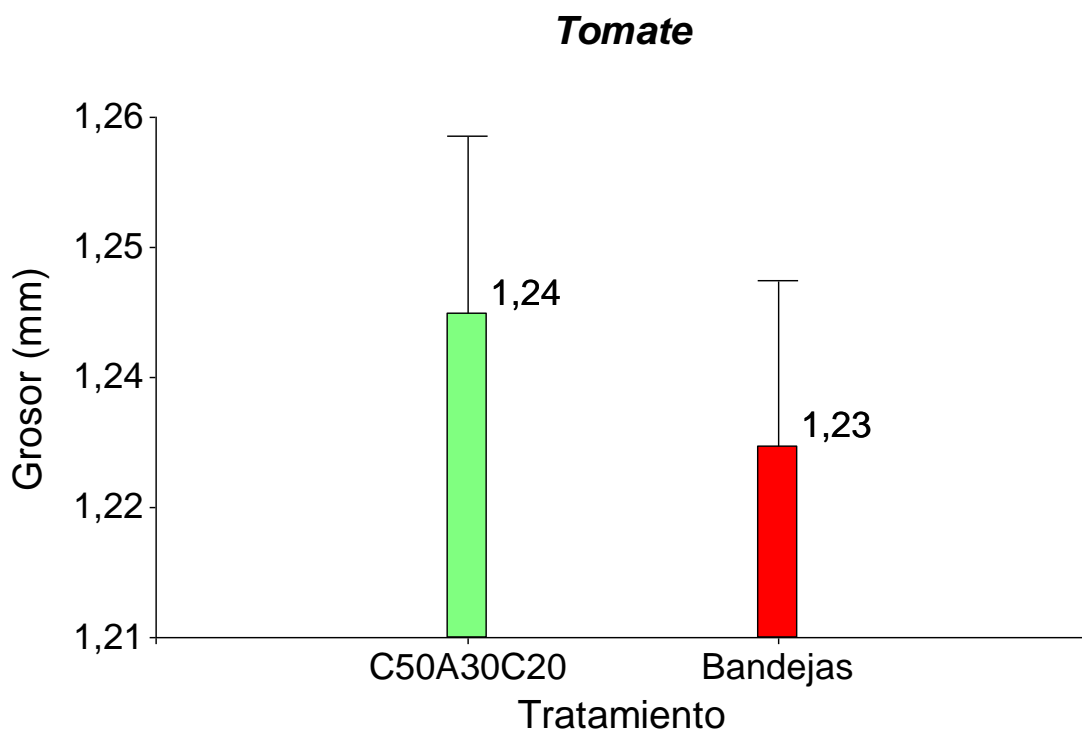
**Ilustración 20. Prueba "T" con la variable peso de las plántulas de tomates en macetas biodegradables y en bandejas plásticas**

Los resultados bajo una prueba "T" de comparación de muestras independientes de las medias de peso entre las plántulas de tomate sembradas en macetas biodegradables con el tratamiento de Cascarilla de café al 50%, Almidón de maíz al 30% y Cal agrícola al 20% (C50A30C20) y las plántulas de tomate sembradas en bandejas plásticas son los que se muestran en la ilustración 18, resultando un valor p de 0.9582 lo cual no es significativo, demostrando que no hay diferencia importante entre los resultados de las macetas biodegradables y las bandejas plásticas. Ver resultados completos de las pruebas "T" en *Tabla 25 Datos resultantes de pruebas "T" realizados en Infostat* en la página v de anexos.



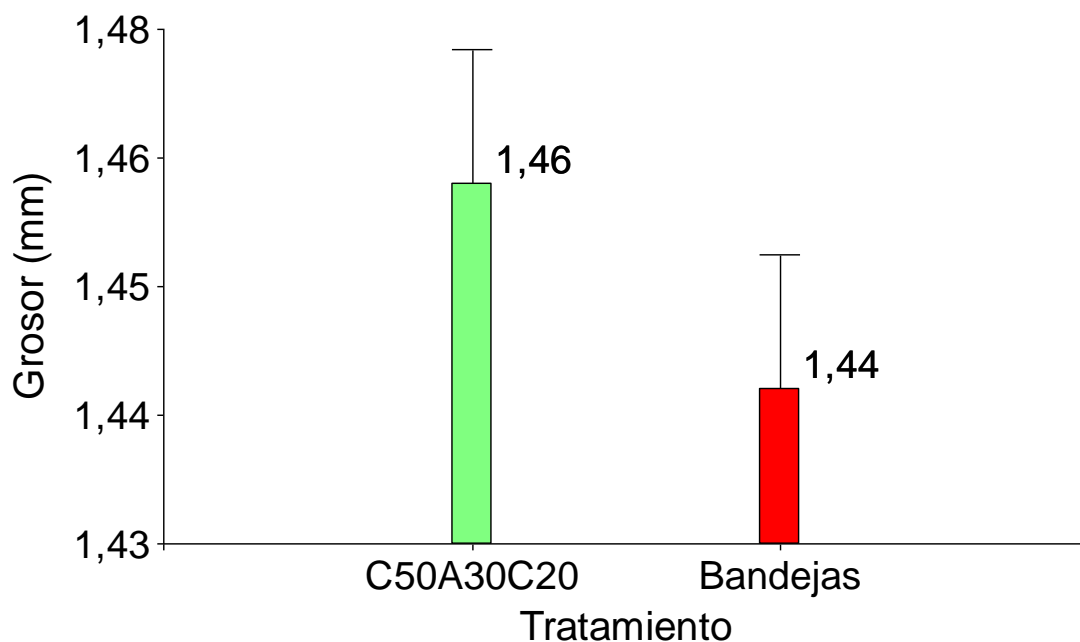
**Ilustración 21. Prueba "T" con la variable peso de las plántulas de chiltoma en macetas biodegradables y en bandejas plásticas**

En el caso de las plántulas de chiltoma, la comparación de los pesos entre las plántulas sembradas en macetas biodegradables con el tratamiento de Cascarilla de café al 50%, Almidón de maíz al 30% y Cal agrícola al 20% (C50A30C20) y las plántulas sembradas en bandejas plásticas son los que la ilustración 19 muestra, resultando un valor p de 0.9842 bajo una prueba "T" para muestras independientes, siendo aún no significativa ya que supera el valor de 0.05, demostrando que no hay diferencia importante entre los resultados de peso de las plántulas de chiltoma en las macetas biodegradables y en las bandejas plásticas. Ver resultados completos de las pruebas "T" en *Tabla 25 Datos resultantes de pruebas "T" realizados en Infostat* en la página v de anexos.



**Ilustración 22. Prueba "T" con la variable grosor de las plántulas de tomate en macetas biodegradables y en bandejas plásticas**

La siguiente variable que se analizó es el grosor de las plántulas de tomate sembradas en ambos métodos, las medias se observan en la ilustración 20 y el resultado de p-valor fue de 0.5864 bajo una prueba "T" de muestras independientes, indicando que no hay diferencia significativa entre el grosor de las plántulas de tomate sembradas en macetas biodegradables y las que se sembraron en bandejas plásticas. Ver resultados completos de las pruebas "T" en *Tabla 25 Datos resultantes de pruebas "T" realizados en Infostat* en la página v de anexos.

**Chiltoma**

**Ilustración 23. Prueba "T" con la variable grosor de las plántulas de chiltoma en macetas biodegradables y en bandejas plásticas**

En el caso del análisis de los resultados de grosor de las plántulas de chiltoma, las variaciones son mínimas, ya que según los datos introducidos en el software de las plántulas sembradas en las macetas biodegradables y las plántulas sembradas en bandejas plásticas el p-valor es de 0.2893 lo cual no representa significancia alguna en la comparación de las medias de ambos métodos. Ver resultados completos de las pruebas "T" en *Tabla 25 Datos resultantes de pruebas "T" realizados en Infostat* en la página v de anexos.

En resumen, evaluando las variables provenientes de las pruebas de campo realizadas con las macetas biodegradables del tratamiento de Cascarilla de café al 50%, Almidón de maíz al 30% y Cal agrícola al 20% (C50A30C20) y con las bandejas plásticas de 52 celdas de 2 ¾" de altura x 1 ½" de diámetro superior x 1" de diámetro inferior; no existe diferencia significativa entre ambos métodos para la producción de plántulas de hortalizas de tomate y chiltoma.

### Proceso de degradación de las macetas biodegradables

Luego de los 24 días que las macetas pasaron en vivero, se procedió a enterrar tres muestras en el suelo para determinar el tiempo de degradación del material. Una de las principales inquietudes es si la estructura de las macetas interrumpiría el desarrollo de las raíces de la planta luego de ser sembrada en el suelo.

Se realizaron observaciones en los días 5, 10 y 15 mostrando una diferencia significativa a partir del día 10, se concluyó que a partir del día 15 de haber sembrado las muestras, la integridad física de la estructura de las macetas pasaba a formar parte del sustrato a su alrededor y este no oponía resistencia alguna a las raíces.



***Ilustración 24. Vista superior de las macetas degradadas en el suelo***



***Ilustración 25. Corte transversal del sustrato donde se encontraba sembrada una maceta biodegradable al día 15***

**Tabla 9. Análisis comparativo entre las bandejas plásticas y las macetas biodegradables**

<b>Bandejas plásticas de 52 celdas de 2 ¾" de altura x 1 ½" de diámetro superior x 1" de diámetro inferior</b>	<b>Macetas biodegradables del tratamiento de cascarilla de café al 50%, almidón de maíz al 30% y cal agrícola al 20% (C50A30C20)</b>
El desarrollo en días de las plántulas es aproximadamente 24 días en etapa de vivero de las plántulas de hortalizas antes del trasplante.	El desarrollo de la plántula fue de 24 días, llegando hasta la etapa V3, contando tres nodos con tres hojas cada plántula.
Las raíces se desarrollan alrededor de las celdas de plástico.	Las raíces de las plántulas no se vieron obstruidas por el material y se desarrollaron alrededor de la maceta.
Por la naturaleza del plástico, su resistencia es alta y soporta los días que permanezcan en vivero.	La integridad física del material no se vio comprometida en el transcurso de los días que se colocaron en vivero.
En el diseño de las bandejas, cada celda tiene un orificio de salida de líquidos, evitando la retención de agua y saturación del sustrato.	Por la densidad del material de las macetas, este no retiene líquidos en el sustrato, también en el diseño se agregó un agujero en la parte inferior para prever una sobre saturación de agua en las raíces de la plántula.
En el proceso de trasplante, al retirar la capsula de sustrato con la plántula, las raíces sufren estrés por la exposición al exterior.	En el proceso de trasplante, las raíces en ningún momento se exponen al exterior, evitando en todo momento que la plántula sufra estrés y que su desarrollo se interrumpa.
El plástico no aporta ningún beneficio orgánico en el	Los materiales biodegradables con los que está formada una maceta,

desarrollo de las raíces de la plántula de hortalizas.	aportan nutrientes que beneficiaran en el desarrollo de la plántula a medida que el material se degrade en el suelo.
--	--

*Fuente: Elaboración propia*

## 8.2.2. Elaboración de la propuesta de mercado del producto

### 8.2.2.1 Determinación de las generalidades del producto

Producto: Macetas biodegradables, elaboradas a partir de la cascarilla de café, para la producción de plántulas de hortalizas.

#### Beneficios:

1. Sustituto de productos plásticos por material biodegradable no contaminantes.
2. Se evita el estrés provocado por el trasplante a raíz desnuda.
3. Aseguramiento del desarrollo óptimo de las plántulas ya que el material actúa como una barrera de protección a las raíces de patógenos que las afecten.
4. Se inhibe la propagación de virus en la raíz.
5. Costos accesibles para los productores.
6. Se proyecta que el material en proceso de degradación aporte nutrientes al desarrollo de la planta.
7. Disminución de desechos plásticos para combatir el impacto ambiental.
8. Colabora a la fertilidad del suelo ya que la degradación del material de las macetas proporciona nutrientes al sustrato.

#### Utilidades:

El uso del producto es básico y funcional para la siembra y trasplante de plantas de hortalizas, comenzando la utilización de la maceta biodegradable desde la germinación de las semillas de la hortaliza, hasta su trasplante al suelo, dependiendo del tiempo de desarrollo de cada cultivo.



#### Propiedades Físicas y Químicas:

Debido a las materias primas que contiene la mezcla del tratamiento de cascarilla de café al 50%, almidón de maíz al 30% y cal agrícola al 20% (C50A30C20), las macetas biodegradables se proyectaron que proporcionen al momento de sembrarlas en el suelo, los componentes químicos presentes en su origen, tales como Nitrógeno y Carbonato de Calcio  $[CaCO_3]$  que este último estabilizará el pH evitando la acidificación del suelo, ambos provenientes de la cascarilla de café y la cal agrícola, a su vez, durante la descomposición del material biodegradable, el almidón de maíz generará alimento orgánico para microorganismos que nutrirán la planta durante su desarrollo y el sustrato en su entorno.

Por parte de las propiedades físicas de las macetas biodegradables tenemos un valor aceptable en resistencia de punto de quiebre de  $2.2 \text{ Kg/cm}^2$  según las pruebas realizadas con anterioridad, así mismo se concluyó que tiene una alta resistencia a las vibraciones que pueden provocarse al transportarlas por caminos en mal estado ya que no se presentaron daños en la integridad física de las macetas.

Las macetas tienen una dimensión de 5 cm de diámetro superior, 3 cm de diámetro inferior y 6 cm de altura, proporcionando un espacio suficiente para que la raíz de la plántula se desarrolle sin ninguna restricción hasta el momento de su trasplante al suelo.

El proceso de desintegración del material de las macetas se acelera cuando este entra en contacto con el suelo en el proceso de trasplante final, por lo que se estimó según las observaciones alcanzadas en la experimentación que el material pierde su estructura física a los 15 días aproximadamente, no oponiendo resistencia a las raíces en desarrollo de la planta de hortaliza.

#### 8.2.2.2 Embalaje

Se estableció que, por la resistencia de las macetas biodegradables al contacto según los experimentos realizados anteriormente, se pueden almacenar 576

unidades en una caja que tengan una dimensión de 20" x 20" con una altura de 12", acomodando las macetas en 9 capas de 64 unidades.

#### 8.2.2.3. Definir el ciclo de vida del producto

En la etapa introducción la aceptación del producto ante los inversionistas, productores y población en general se ha dado con un rotundo éxito, ya que ellos reconocen y están convencidos de lo innovador y beneficioso que es el producto para la producción de plántulas de hortalizas y sus características eco-amigables.

Se diseñaron estrategias de marketing que soportarán la introducción del producto en el mercado, dichas estrategias son las siguientes: informar a los productores o cooperativas del método de siembra y trasplante de plántulas mediante macetas biodegradables a partir de cascarilla de café, también inducir a los productores o cooperativas a la prueba del producto destacando los resultados y beneficios que estos tendrán con este método y comparando estos resultados con los métodos anteriores.

En la fase de crecimiento se propuso ejecutar diversos tipos de actividades tales como: publicidad a través de anuncios radiales y televisivos en medios del municipio de Estelí que cubran parte de las zonas rurales donde muchos de los productores de hortalizas están asentados, también con hojas de presentación y brochure especificando información técnica del producto que sea de interés para los posibles compradores de las macetas biodegradables.

Se consideró también participar en ferias del estado medioambientales, campañas de sensibilización locales, exposiciones del producto y charlas de concientización organizadas por las mismas instituciones gubernamentales tales como INTA y MAGFOR. Por medio de las actividades antes mencionadas se estima que el producto alcance un 80% de aceptación por parte del mercado potencial esto según (Dwyer & Tanner, 2007) hasta lograr un mejor nivel compitiendo con las fuertes empresas que fabrican productos similares

En esta misma etapa de crecimiento de las macetas biodegradables, las perdidas por la inversión realizada en la introducción se estimó que se

recuperarán ya que según (Blanco, 2015) se registrará una aceptación rápida y un aumento de utilidades.

En la etapa de maduración se observarán todas las actividades realizadas hasta ese momento, esto con el propósito de adoptar métodos de mejora continua tales como Kaizen, 6 Sigma y Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). También introduciendo nuevas estrategias de mercado como asesoramiento en el uso de macetas biodegradables en nuevos cultivos, proporcionar valor agregado en el producto adicionando en la mezcla fertilizantes foliares, hormonas enraizantes u otro producto orgánico que beneficie al desarrollo de la plántula dependiendo de su variedad, con el fin de que el producto sea aún más competitivo en el mercado.

La fase de declinación sería alguna modificación o la sustitución por completo de alguna propiedad del producto, esta puede ser el cambio de materia prima por desabastecimiento de cascarilla de café, provocando que las propiedades que aporta a la plántula se pierdan y que este no cumpla con su propósito, también que se cree una tecnología superior que mejore el proceso de siembra y trasplante de plántulas, quedando las macetas biodegradables obsoletas.

#### 8.2.2.4. Entrevistar a productores

Durante las entrevistas realizadas a seis productores de plántulas de hortalizas menores en la ciudad de Estelí y sus alrededores, se conoció la opinión explícita de ellos, destacando sus dudas y sugerencias del material biodegradable.

En las seis entrevistas se les pregunto si están dispuestos, como productores de plántulas, a utilizar el método de macetas biodegradables en sustitución de las bandejas plásticas, en todos los casos la respuesta fue positiva porque reconocieron los beneficios del método y el aporte al medio ambiente que este genera.

Referentes a la experimentación de los productores con las macetas biodegradables, el señor Maynork Ríos Gutiérrez dijo que podría adoptar la nueva tecnología pero antes deseaba probarla, el señor Faustino Altamirano no vio la necesidad de sustituir las bandejas plásticas pero desea experimentar con

una pequeña cantidad primero; también el señor Adonis Herrera especificó experimentar con uno o dos surcos porque su interés en las macetas biodegradables es alto.

En el desarrollo de la entrevista, de igual manera se les detalló el diseño y las características físicas y químicas de las macetas biodegradables con el fin de consultar algún cambio o sugerencia en el producto, lo que la Ingeniera Magda Acevedo planteó es que el tamaño del producto varíe conforme a qué cultivo se desea sembrar, ella también sugirió que diseñen macetas más grandes para plantas de jardinería.

También, a los productores entrevistados se les sensibilizó sobre la contaminación generada por las bandejas plásticas al ser desechadas, lo que el maestro Mauricio Navarro reconoció como importante en estos tiempos pero también expresó que no tienen ningún método eco amigable para sustituir las bandejas hasta la fecha de haberse realizado la entrevista.

### **8.2.3. Desarrollo y análisis de costos parciales**

#### **8.2.3.1. Determinación de la disponibilidad de la materia prima.**

Considerando que es necesario conocer la ubicación exacta de la recolección de la materia prima, los costos que incurren el transporte y la disponibilidad, se estableció utilizar la cascarilla proveniente del beneficio en seco “El Milagro” ubicado en el municipio de San Fernando, departamento de Nueva Segovia, el cual tuvo un registro de 10,000 sacos de cascarilla de café, con un peso aproximado de 60 libras por saco, según la investigación realizada de los datos de la temporada que culminó en el año 2016. Se escogió esta locación debido a la disponibilidad de transporte y disponibilidad de materia para la producción.

#### **8.2.3.2. Determinación de tiempos promedios de elaboración.**

Durante la elaboración de las macetas biodegradables en los moldes metálicos, se logró tomar datos del tiempo que lleva moldear la mezcla. En promedio se calculó que se requieren 35 segundos para moldear nueve macetas por vez en los moldes metálicos. Tomando en cuenta este dato con las ocho horas

laborales por día y los 22 días laborales por mes, se obtiene un resultado de 162,925.714 macetas por mes, esta producción se estima utilizando solo un equipo de moldeo.

#### 8.2.3.3. Establecer los costos del material directo

Para determinar el costo de materia prima se valoraron algunos datos como es la cantidad promedio de materiales a utilizar por maceta biodegradable elaborada, esto tomando como referencia el tratamiento seleccionado previamente con el mejor resultado (C50A30C20), determinando que:

Dosificación de materia prima e insumos tomando como referencia un peso promedio de 30 gramos por maceta biodegradable.

**Tabla 10. Consumo promedio de materiales directos por maceta biodegradable**

Consumo promedio de materiales directos por maceta biodegradable	
Material	Gramos x Maceta
Cascarilla de Café	15 gr
Almidón en polvo	2.25 gr
Cal agrícola	3 gr

*Fuente: Elaboración propia*

La cascarilla de café tendrá un costo de transporte desde San Fernando, Nueva Segovia hasta la ciudad de Estelí de C\$3,750.00 transportando un total de 250 sacos de 60 libras cada uno, el costo de cada saco por parte del beneficio es de C\$12.00; obteniendo una totalidad de costos por saco de C\$27.00

Cada saco en promedio tiene 60 libras, equivalentes a 27,215.5 gramos, realizando una operación de división se obtiene un costo por gramo de cascarilla de café de C\$0.0009920817

El almidón de maíz tendrá un costo de C\$825.00 por 55 libras equivalentes a 24,947.6 gramos, obteniendo un resultado de costo por gramo de almidón de C\$0.0330693663

La cal agrícola se obtuvo a un costo de C\$350.00 por 50 libras equivalentes a 22,679.6 gramos, resultando un costo por gramo de cal agrícola de C\$0.0154323709

Se determinó un promedio de producción mensual de 162,925.714 aproximadamente 162,926 macetas biodegradables

**Tabla 11. Costos de materia prima**

Costos de Materia Prima					
Materia	Consumo por maceta (gramos)	Producción mensual	Consumo mensual (gramos)	Costos por peso	Costos totales mensuales
Cascarilla de café	15	162,926	2,443,890	C\$0.0009920817	C\$2,424.5386
Almidón	2.25	162,926	366,583.5	C\$0.0330693663	C\$12,122.6646
Cal	3	162,926	488,778	C\$0.0154323709	C\$7,543.0034
<b>Total</b>					<b>C\$22,090.2066</b>

*Fuente: Elaboración propia*

#### 8.2.3.4. Establecer los costos indirectos de fabricación C.I.F.

##### Consumo de agua

El agua es un insumo importante en el proceso de producción de las macetas biodegradables ya que se utiliza en las disoluciones para el almidón y también para la cal agrícola. Tomando como base la densidad del agua que es de 1,000 kg/m<sup>3</sup> y el dato de consumo de agua por briqueta, que establece el tratamiento C50A30C20, que es de 9.75 gramos o 0.00975 kg, se determina el volumen requerido por maceta biodegradable mediante el siguiente calculo:

**Ecuación 5. Cálculo del volumen de agua requerido por maceta biodegradable**

$$\text{Volumen de agua requerido por maceta} = \frac{0.00975 \text{ kg} \times 1 \text{ m}^3}{1,000 \text{ kg}}$$

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Volumen de agua requerido por maceta} = 0.00000975 \text{ m}^3$$

El consumo por actividades de limpieza se aproximó por promedios de consumo doméstico mensual.

**Tabla 12. Costos por consumo de agua**

Costos por Consumo de Agua					
Concepto	Consumo por maceta (m <sup>3</sup> )	Producción mensual	Consumo mensual (m <sup>3</sup> )	Costos por m <sup>3</sup>	Costos totales mensuales
Producción	0.00000975	162,926	1.5885285	C\$7.5	C\$11.914
Limpieza			22	C\$7.5	C\$165
<b>Total</b>					<b>C\$176.914</b>

Fuente: Elaboración propia

### Consumo de gas propano

Este insumo está directamente relacionado con la preparación del aglutinante de almidón de maíz. Basado en un aproximado de consumo de un cilindro de gas propano de 25 libras por 45 días y un costo por cilindro de C\$300.00, se obtiene un resultado de C\$6.67 por día de consumo.

**Tabla 13. Costos por consumo de gas propano**

Costos por Consumo de Gas Propano			
Concepto	Consumo diario	Días laborales por mes	Consumo mensual
Gas propano	C\$6.67	22	<b>C\$146.74</b>

Fuente: Elaboración propia

Costo de subproceso de trituración de cascarilla de café

Como parte de la investigación realizada se determinó la necesidad de triturar la cascarilla de café antes de agregarla a la mezcla para realizar las macetas biodegradables. Este subproceso se realizará en un molino eléctrico de discos, resultado un costo de C\$30.00 por saco de cascarilla de 60 libras.

**Tabla 14. Costos por trituración de cascarilla de café**

Costos por trituración de cascarilla de café					
Concepto	Consumo diario de sacos de cascarilla	Días laborales mensuales	Consumo mensual de sacos de cascarilla	Costos por saco procesado	Costos totales mensuales
Trituración de cascarilla de café	4	22	88	C\$30.00	<b>C\$2,640.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Costos por embalaje

Para realizar estos cálculos se tomaran los datos de embalaje definidos anteriormente en los que estipula que en una caja se almacenarán 576 unidades. Contando con una producción mensual aproximada de 162,926 macetas biodegradables se definió lo siguiente:



**Ecuación 6. Cálculo del consumo de cajas mensuales para embalaje de macetas biodegradables**

$$\text{Consumo de cajas mensuales} = \frac{\text{Producción de macetas mensuales}}{\text{Cantidad de macetas por caja}}$$

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Consumo de cajas mensuales} = \frac{162,926}{576}$$

$$\text{Consumo de cajas mensuales} = 282.86$$

Por lo tanto, a continuación se calculó el costo por embalaje mensual a partir de los costos unitarios por caja, tomando en cuenta el cambio de dólar a córdoba de \$1 = C\$29.5492.

**Tabla 15. Tabla de costos mensuales por embalaje**

Costos por Embalaje			
Concepto	Costos unitarios por caja	Consumo de cajas mensuales	Costos totales mensuales
Caja 20"X20"X12"	C\$33.19	283	<b>C\$9,392.77</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 8.2.3.5. Establecer los costos de producción

##### Mano de Obra

Durante la realización de los experimentos con el tratamiento C50A30C20, se determinó que se es necesario dos operarios por equipo moldeador, en el cual el operario uno recarga de mezcla los moldes metálicos y el operario dos acciona el equipo y retira los moldes para dar lugar a la mezcla.

Cabe destacar que el salario mensual de los operarios se establece en la siguiente tabla según la reforma actual de salarios mínimos, con un total de C\$3,739.87 vigente durante la realización de este trabajo monográfico, Acuerdo Ministerial No. ALTB 01-01-16 del veinticinco de enero del año 2016.

**Tabla 16. Nómina de mano de obra directa**

Cargo	No. Puestos	Salario Mensual	Prestaciones sociales			Total Mensual
			INSS Patronal	Vacaciones	Aguinaldo	
Operarios	2	C\$7,479.74	C\$1,421.15	C\$623.31	C\$623.31	C\$10,147.51
<b>Total</b>						C\$10,147.51

Fuente: Formato elaborado por el Maestro Mauricio Navarro Zeledón

**Tabla 17. Nómina de mano de obra indirecta**

Cargo	No. Puestos	Salario Mensual	Prestaciones sociales			Total Mensual
			INSS Patronal	Vacaciones	Aguinaldo	
Gerente General	1	C\$6,000.00	C\$1,140.00	C\$500.00	C\$500.00	C\$8,140.00
Gerente Prod.	1	C\$5,000.00	C\$950.00	C\$416.67	C\$416.67	C\$6,783.33
<b>Total</b>						C\$14,923.33

Fuente: Formato elaborado por el Maestro Mauricio Navarro Zeledón

### Depreciación de equipos

Para determinar la depreciación de los equipos a utilizar se empleó el método de línea recta por equipo a utilizar.

Según la cotización que se realizó sobre el equipo de moldeo de las macetas biodegradables en talleres de soldadura y metalurgia, el costo del equipo es de C\$1,200.00, por lo tanto a continuación se presenta la tabla de depreciación mensual:

**Tabla 18. Depreciación de equipo de moldeo de macetas**

Depreciación de equipo de moldeo de macetas			
Año	Valor en libros	Depreciación anual	Depreciación mensual
0	C\$ 1,200.00		
1	C\$ 960.00	C\$ 240.00	C\$ 20.00
2	C\$ 720.00	C\$ 240.00	C\$ 20.00
3	C\$ 480.00	C\$ 240.00	C\$ 20.00
4	C\$ 240.00	C\$ 240.00	C\$ 20.00
5	C\$ 0.00	C\$ 240.00	C\$ 20.00

Fuente: Formato elaborado por el Maestro Mauricio Navarro Zeledón

Según las cotizaciones de cocinas industriales de un quemador para la preparación del aglutinante, el costo de la cocina es de C\$3,600.00, por lo cual a continuación se calculó la tabla de depreciación mensual del equipo:

**Tabla 19. Depreciación de equipo de cocina industrial**

Depreciación de equipo de cocina industrial			
Año	Valor en libros	Depreciación anual	Depreciación mensual
0	C\$ 3,600.00		
1	C\$ 2,880.00	C\$ 720.00	C\$ 60.00
2	C\$ 2,160.00	C\$ 720.00	C\$ 60.00
3	C\$ 1,440.00	C\$ 720.00	C\$ 60.00
4	C\$ 720.00	C\$ 720.00	C\$ 60.00
5	C\$ 0.00	C\$ 720.00	C\$ 60.00

Fuente: Formato elaborado por el Maestro Mauricio Navarro Zeledón

8.2.3.6. Determinar el precio de ventaPresupuesto de producción mensual

Los costos totales de producción de macetas biodegradables por mes son:

**Tabla 20. Presupuesto de producción mensual**

Presupuesto de producción mensual	
Concepto	Costo mensual
Materia prima	C\$22,090.2066
Costos indirectos de fabricación	C\$12,356.4240
Mano de Obra Indirecta (MOI)	C\$14,923.3300
Mano de Obra Directa (MOD)	C\$10,147.5100
Depreciación mensual de equipos	C\$80.00
Total	C\$59,597.4706

*Fuente: Elaboración propia*

Costo unitario total de producción

Basados en una producción mensual de 162,926 unidades de macetas biodegradables que generan un costo total de producción de C\$59,597.4706 se obtiene un costo de producción unitario de C\$0.3658

Precio de venta unitario

Se tomó un 30% como porcentaje de utilidades a aplicar al precio de venta de las macetas biodegradables, por consiguiente teniendo un costo unitario de producción de C\$0.3658 se aplicó la siguiente formula de precio unitario según (Goñi Avila, 2008)

$$\text{Precio unitario} = \frac{\text{Costos Totales Unitarios}}{(1 - \% \text{ de utilidades})}$$

Sustituyendo:

$$\text{Precio unitario} = \frac{\text{C\$0.3658}}{(1 - 30\%)}$$

$$\text{Precio unitario} = \text{C\$0.5226}$$

## IX. CONCLUSIONES

1. Según las dimensiones que el método de bandejas plásticas proporciona para la siembra y trasplante de plántulas menores de hortalizas, se determinó las dimensiones de las macetas biodegradables, las cuales son de 5cm de diámetro superior, 3cm de diámetro inferior y 6cm de altura con un orificio en la base inferior con un diámetro de 0.5cm para la filtración del agua, evitando la retención de la humedad en el sustrato. También determinando un grosor de la mezcla de 0.5cm suficiente para su resistencia.
2. Durante la investigación de los aglutinantes que se pretendían utilizar tales como goma arábica, melaza, almidón de maíz y goma tragacanto, se experimentó con almidón de maíz y melaza para la mezcla de las macetas biodegradables por su facilidad de obtención en la ciudad de Estelí resultando la mezcla de 50% cascarilla de café triturada, 30% almidón de maíz cocido y 20% cal agrícola diluida y la mezcla de 50% de cascarilla de café triturada, 30% de melaza diluida y 20% de cal agrícola diluida, las que obtuvieron los mejores resultados.
3. Las mezclas que utilizan cascarilla de café triturada proveniente del tamiz #50 fueron las que mejor se moldearon y compactaron en los moldes para hacer macetas. También obtuvo el mejor coeficiente de resistencia por punto de quiebre en relación a las demás granulometrías experimentadas, resultando una resistencia de  $2.2 \text{ Kg/cm}^2$
4. En la etapa de secado se comprobó que las macetas elaboradas con melaza como aglutinante no se solidificaban, ya que en temperaturas frías mostraban mayor rigidez estructural pero en temperaturas cálidas estas perdían su rigidez convirtiéndose en maleables nuevamente.
5. Se estableció que las siguientes pruebas se realizaron con la mezcla de 50% cascarilla de café, 30% almidón de maíz y 20% cal agrícola que por abreviación se le llamó C50A30C20 y la que obtuvo los mejores resultados.

6. Se determinó la pérdida de peso por humedad en las macetas biodegradables, realizando un experimento de humedad relativa en los laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería en Estelí resultando un 11.21% de pérdida de peso.
7. La prueba de vibración y contacto crítico se determinó que las macetas biodegradables resisten el transporte por caminos en mal estado durante un promedio de tiempo aproximado a las distancias que se recorren para llegar a las zonas de producción de plántulas de hortalizas en Estelí, interpretando los datos cualitativos se obtuvo un promedio de 88% de integridad física de las macetas biodegradables. Así mismo, se concluyó que las macetas biodegradables no se ven afectadas al ser colocadas una sobre la otra, permitiendo ser embaladas en una caja para ser transportadas sin sufrir algún daño alguno.
8. Los resultados de las pruebas de campo realizadas con cultivos de tomate en su variedad Pony Express y chiltoma en su variedad Nathalie demostraron que las plántulas se desarrollan con normalidad cumpliendo con la etapa V3 de desarrollo. También se realizaron pruebas testigos con bandejas plásticas sembrando la misma cantidad de plántulas de cada cultivo, concluyendo que no hay diferencia significativa entre ambos métodos de siembra y trasplante de plántulas de hortalizas.
9. En las entrevistas a los productores, los resultados de exponerles el producto con todas sus características y la comparación entre el método de bandejas plásticas con sus respectivos resultados fue de mucha importancia, ya que la aceptación del producto fue total y las sugerencias al mismo fueron mínimas. También la disposición de experimentar por parte de los entrevistados con el método fue completa, ya que algunos pidieron probar con uno o dos surcos de plantas de tomate sembradas con macetas biodegradables. Reconocieron los beneficios que proporciona a las plántulas y la importancia de ser una tecnología eco amigable ya que no existe un método así en el mercado.

10. Se determinó un precio de venta de C\$0.5217 a través de las investigaciones de los costos de materiales, embalaje, costos de mano de obra y de insumos directos e indirectos en el proceso de elaboración de las macetas biodegradables, pero se destacó que estos costos pueden disminuirse al automatizar el proceso mediante una máquina, aumentando la producción mensual y escalando las cantidades de materiales por pedido.
11. En relación a la hipótesis planteada, las macetas biodegradables son funcionales según los parámetros evaluados en comparación a las bandejas plásticas, y según las pruebas de campo las macetas pueden sustituir el método de siembra y trasplante por bandejas plásticas ya que se obtuvieron resultados con ninguna variación significativa entre métodos.

## X. RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo de las etapas para cumplir los objetivos propuestos en este trabajo monográfico, se descubrieron nuevos aspectos que complementarían las macetas biodegradables y que a continuación se recomiendan:

- Diseñar una máquina moldeadora con mayor capacidad de elaboración de macetas biodegradables.
- Proponer nuevas aplicaciones del material biodegradable para variar su diseño y utilizarlo en otros cultivos.
- Experimentar con otros residuos biodegradables como materias primas alternativas a la cascarilla de café.
- Estudiar la adición de fertilizantes foliares a la mezcla de las macetas biodegradables para mejorar el desarrollo de las plántulas.
- Realizar un estudio de pre factibilidad de las macetas biodegradables utilizando la información técnica detallada en este trabajo monográfico.
- Investigar los costos de las materias primas escalando las cantidades a pedir para disminuir los costos de producción.
- Realizar evaluaciones comparativas entre plantas cultivadas con las macetas biodegradables y cultivo tradicional en toda la etapa de crecimiento y desarrollo productivo de la misma.



## XI. BIBLIOGRAFÍA

- Amador, A. M., Morazán, F. J., & Rugama, J. A. (2012). *Validación de máquina briqueteadora de tornillo helicoidal para el aprovechamiento de la cascarilla de café como combustible*. Estelí: Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado el 1 de Agosto de 2016
- Arqhys Arquitectura. (Diciembre de 2012). *Resistencia de los materiales*. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de <http://www.arqhys.com/construccion/materiales-resistencia.html>
- Ayala, J. A.-C. (18 de Mayo de 2014). *Hortalizas al aire libre y en invernaderos*. Recuperado el 1 de Agosto de 2016, de <http://hortalizas-invernaderos-riego.blogspot.com/>
- Blanco, A. (Agosto de 2015). *Marketing y diseño industrial*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2017, de [http://disenio.idoneos.com/disenio\\_industrial/marketing/ciclo\\_del\\_producto/](http://disenio.idoneos.com/disenio_industrial/marketing/ciclo_del_producto/)
- Bravo, R., García, N., Morales, V., & Ramírez, A. (30 de Mayo de 2012). *Universidad Nacional Autónoma de Mexico*. Recuperado el 4 de Agosto de 2016, de <http://cozumel.fi-a.unam.mx/~pinilla/Proyectos/2012-2/PE/05.pdf>
- Bristhar Laboratorios, S.A. (2010). *Materias primas para la industria farmacéutica, alimenticia y cosmética*. Recuperado el 02 de Agosto de 2016, de <http://www.bristhar.com.ve/tragacanto.html>
- Cartonajes Font S.A. (9 de Octubre de 2014). *Cuaderno*. Recuperado el 3 de Agosto de 2016, de <http://kartox.com/cuaderno/embalaje-primario-secundario-y-terciario/>
- CETREX. (Diciembre de 2014). *Las 20 principales exportaciones autorizadas*. Recuperado el 6 de Noviembre de 2014, de <http://www.cetrex.gob.ni/website/servicios/princprodu14.html>
- Corraliza, P. A. (10 de Marzo de 2014). *Grandes Pymes*. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de <http://www.grandespymes.com.ar/2014/03/09/las-4-etapas-del-ciclo-de-vida-del-producto/>

- Dicovski, L. M. (26 de Octubre de 2009). Producción de Plántulas de Hortalizas en Bandejas. Estelí, Estelí, Nicaragua. Recuperado el 26 de Julio de 2016
- Dwyer, F. R., & Tanner, J. F. (2007). *Marketing Industrial*. Mexico D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- EcuRed. (03 de Agosto de 2016). *Conocimiento con todos y para todos*. Recuperado el 1 de Agosto de 2016, de <http://www.ecured.cu/Almid%C3%B3n>
- Fajardo Castillo, E. E., & Sarmiento Forero, S. C. (Agosto de 2007). *Pontificia Universidad Javeriana*. Obtenido de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis26.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. (1998). *Deposito de documentos de la FAO*. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de <http://www.fao.org/docrep/003/v8490s/v8490s06.htm>
- Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua. (2010). Estudios de los mercados locales de Plántulas de hortalizas en bandeja. *Serie Estudios de mercado*, 8, 40 p. Recuperado el 26 de Julio de 2016
- Gómez Bravo, O. (2005). *Contabilidad de Costos*. Bogotá, Colombia: Nomos S.A. Recuperado el 10 de Agosto de 2016
- Goñi Avila, N. (2008). *El precio. Variable clave en el marketing*. Ciudad de Mexico: Pearson Educación de Mexico S.A.
- Gracia, O. (s.f.). *La goma arábica: Una maravilla natural que nos beneficia a todos*. Gomas Industriales S.A. de C.V., Distrito Federal. Recuperado el 2 de Agosto de 2016, de [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/GomaArabiga\\_1838.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/GomaArabiga_1838.pdf)
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). (2013). *IV Censo Nacional Agropecuario CENAGRO*. Managua: MAGFOR/INIDE.
- Jarquín, H., Maradiaga, J., & Omeir, C. (2013). *Elaboración de briquetas a partir de residuos biomásicos generados en la UNI-RUPAP*. Managua. Recuperado el 29 de Julio de 2016

- Jonathan. (20 de Mayo de 2010). *Farmacognosia*. Obtenido de <http://farmacognosia.foro-argentina.org/t8-introduccion-a-las-drogas-de-origen-natural>
- Levitt, T. (1981). *El ciclo de vida de un producto: gran oportunidad de marketing*. Harvard-Deusto Business Review. Recuperado el 2 de Agosto de 2016
- Lima, J., & Escobar, D. (27 de Septiembre de 1993). *Informes de la construcción*. Recuperado el 4 de Agosto de 2016, de Influencia de la humedad en el ensayo de resistencia de los ladrillos suelo-cemento: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/1154/1237>
- Mas, F. (9 de Abril de 2013). *Formación, Consultoría, Coaching y Desarrollo Personal*. Recuperado el 3 de Agosto de 2016, de <https://francescmas.com/tag/beneficios-de-un-producto/>
- Navas, W., Osorio, L., & Bolaños, M. (2008). *Reconversión y Diversificación competitiva de la Caficultura Nicaragüense y Seguridad Alimentaria*. Managua, Nicaragua: MAGFOR, CONACAFE, IICA. Recuperado el 26 de Julio de 2016
- Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). *FAO*. Recuperado el 12 de Enero de 2017, de <http://www.fao.org/3/a-i3359s.pdf>
- Palacios, L., & Betancurt, E. (2 de Agosto de 2005). Caracterización de propiedades fluidodinámicas de lechos fluidizados en frío con mezclas de carbón-biomasa usados en procesos de co-gasificación. Recuperado el 28 de Julio de 2016
- Red Interinstitucional de Tecnologías Limpias. (2016). *Tecnologías Limpias*. Recuperado el 1 de Agosto de 2016, de [http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/311604/311604\\_reci.htm](http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/311604/311604_reci.htm)
- Rodríguez, A., Martínez, B., & Rodríguez, K. (2015). *Validación de briquetas elaboradas con cascarilla de café para el remplazo de leña en el horneado de rosquillas en la zona norte de Nicaragua*. Esteli: Universidad Nacional de Ingeniería UNI-Norte. Recuperado el 3 de Agosto de 2016

- Salazar Trujillo , J. E. (Marzo de 2007). *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado el 10 de Agosto de 2016, de [http://www.bdigital.unal.edu.co/5855/1/jorgeeduardosalazartrujillo20072\\_Parte1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/5855/1/jorgeeduardosalazartrujillo20072_Parte1.pdf)
- Stanton, W. J., Etzel, M. J., & Walker, B. J. (2007). *Fundamentos de Marketing* (Vol. 14). México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado el 10 de Agosto de 2016
- Stanton, W., Etzel, M., & Walker, B. (2004). *Fundamentos de Marketing* (Vol. 13). Distrito Federal Mexico: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado el 2 de Agosto de 2016
- Universidad Santo Tomás. (s.f.). *Proyecto de grado fase 1*. Recuperado el 3 de Agosto de 2016, de [http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/proyectodegradofase1\\_orlandofernandez/descripcin\\_del\\_producto\\_yo\\_servicio.html](http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/proyectodegradofase1_orlandofernandez/descripcin_del_producto_yo_servicio.html)

## XII. ANEXOS

- Tablas de recolección de datos de las pruebas de campo

**Tabla 21. Recolección de datos de prueba de campo con las macetas biodegradables del tratamiento cascarilla de café al 50%, almidón de maíz al 30% y cal agrícola al 20% C50A30C20**

Tratamiento	Cultivo	Variables				
		Tiempo (días)	Peso (gr)	Grosor (mm)	Cant. Hojas	Coloración
C50A30C20	Tomate 1	24	0.345	1.3	3	Verde claro
	Tomate 2	24	0.332	1.3	3	Verde claro
	Tomate 3	24	0.340	1.3	3	Verde claro
	Tomate 4	24	0.342	1.0	3	Verde claro
	Tomate 5	24	0.333	1.2	3	Verde claro
	Tomate 6	24	0.350	1.3	3	Verde claro
	Tomate 7	24	0.342	1.3	3	Verde claro
	Tomate 8	24	0.342	1.3	3	Verde claro
	Tomate 9	24	0.339	1.3	3	Verde claro
	Tomate 10	24	0.344	1.2	3	Verde claro
	Tomate 11	24	0.341	1.0	3	Verde claro
	Tomate 12	24	0.340	1.3	3	Verde claro
	Tomate 13	24	0.337	1.2	3	Verde claro
	Tomate 14	24	0.333	1.3	3	Verde claro
	Tomate 15	24	0.341	1.2	3	Verde claro
	Tomate 16	24	0.352	1.2	3	Verde claro
	Tomate 17	24	0.342	1.3	3	Verde claro
	Tomate 18	24	0.339	1.3	3	Verde claro
	Tomate 19	24	0.350	1.3	3	Verde claro
	Tomate 20	24	0.332	1.3	3	Verde claro
	Tomate 21	24	0.348	1.0	3	Verde claro
	Tomate 22	24	0.345	1.1	3	Verde claro

	Tomate 23	24	0.336	1.3	3	Verde claro
	Tomate 24	24	0.341	1.3	3	Verde claro
	Tomate 25	24	0.355	1.2	3	Verde claro
	Tomate 26	24	0.358	1.3	3	Verde claro
	Tomate 27	24	0.341	1.3	3	Verde claro
	Tomate 28	24	0.330	1.3	3	Verde claro
	Tomate 29	24	0.358	1.3	3	Verde claro
	Tomate 30	24	0.349	1.3	3	Verde claro
C50A30C20	Chiltoma 1	24	0.401	1.4	3	Verde claro
	Chiltoma 2	24	0.413	1.4	3	Verde claro
	Chiltoma 3	24	0.397	1.5	3	Verde claro
	Chiltoma 4	24	0.409	1.4	3	Verde claro
	Chiltoma 5	24	0.414	1.5	3	Verde claro
	Chiltoma 6	24	0.412	1.5	3	Verde claro
	Chiltoma 7	24	0.403	1.4	3	Verde claro
	Chiltoma 8	24	0.399	1.5	3	Verde claro
	Chiltoma 9	24	0.402	1.5	3	Verde claro
	Chiltoma 10	24	0.420	1.4	3	Verde claro
	Chiltoma 11	24	0.400	1.5	3	Verde claro
	Chiltoma 12	24	0.396	1.4	3	Verde claro
	Chiltoma 13	24	0.419	1.5	3	Verde claro
	Chiltoma 14	24	0.420	1.5	3	Verde claro
	Chiltoma 15	24	0.394	1.5	3	Verde claro

**Tabla 22. Recolección de datos de pruebas testigo realizadas en bandejas plásticas de 52 celdas de 2 ¾" de altura x 1 ½" de diámetro superior x 1" de diámetro inferior**

Bandejas plásticas	Muestra	Variables				
		Tiempo (días)	Peso (gr)	Grosor (mm)	Cant. Hojas	Coloración
Bandejas plásticas	Tomate 1	24	0.35	1.2	3	Verde claro
	Tomate 2	24	0.333	1.3	3	Verde claro
	Tomate 3	24	0.342	1.2	3	Verde claro
	Tomate 4	24	0.342	1.3	3	Verde claro
	Tomate 5	24	0.332	1.3	3	Verde claro
	Tomate 6	24	0.345	1	3	Verde claro
	Tomate 7	24	0.34	1.2	3	Verde claro
	Tomate 8	24	0.34	1.2	3	Verde claro
	Tomate 9	24	0.341	1.3	3	Verde claro
	Tomate 10	24	0.337	1	3	Verde claro
	Tomate 11	24	0.339	1.3	3	Verde claro
	Tomate 12	24	0.342	1.1	3	Verde claro
	Tomate 13	24	0.344	1.2	3	Verde claro
	Tomate 14	24	0.349	1.3	3	Verde claro
	Tomate 15	24	0.342	1.3	3	Verde claro
	Tomate 16	24	0.333	1.2	3	Verde claro
	Tomate 17	24	0.341	1.3	3	Verde claro
	Tomate 18	24	0.347	1.3	3	Verde claro
	Tomate 19	24	0.345	1.2	3	Verde claro
	Tomate 20	24	0.336	1.3	3	Verde claro
	Tomate 21	24	0.339	1.3	3	Verde claro
	Tomate 22	24	0.35	1.3	3	Verde claro
	Tomate 23	24	0.332	1.3	3	Verde claro
	Tomate 24	24	0.342	1.1	3	Verde claro
	Tomate 25	24	0.33	1.2	3	Verde claro

	Tomate 26	24	0.349	1.1	3	Verde claro
	Tomate 27	24	0.358	1.3	3	Verde claro
	Tomate 28	24	0.355	1.3	3	Verde claro
	Tomate 29	24	0.341	1.3	3	Verde claro
	Tomate 30	24	0.358	1.2	3	Verde claro
Bandejas plásticas	Chiltoma 1	24	0.394	1.4	3	Verde claro
	Chiltoma 2	24	0.409	1.4	3	Verde claro
	Chiltoma 3	24	0.403	1.5	3	Verde claro
	Chiltoma 4	24	0.413	1.5	3	Verde claro
	Chiltoma 5	24	0.401	1.4	3	Verde claro
	Chiltoma 6	24	0.402	1.4	3	Verde claro
	Chiltoma 7	24	0.397	1.4	3	Verde claro
	Chiltoma 8	24	0.4	1.5	3	Verde claro
	Chiltoma 9	24	0.411	1.4	3	Verde claro
	Chiltoma 10	24	0.419	1.5	3	Verde claro
	Chiltoma 11	24	0.399	1.4	3	Verde claro
	Chiltoma 12	24	0.42	1.5	3	Verde claro
	Chiltoma 13	24	0.42	1.4	3	Verde claro
	Chiltoma 14	24	0.396	1.5	3	Verde claro
	Chiltoma 15	24	0.414	1.4	3	Verde claro



- Prueba "T" para muestras independientes

**Tabla 23. Datos resultantes de pruebas "T" realizados en Infostat**

<b>Muestra = Chiltoma</b>		
Variable: <i>Peso (gr)</i> - Clasific: <i>Tratamiento</i> - prueba: <i>Bilateral</i>		
	Grupo 1	Grupo 2
	Bandejas	C50A30C20
n	15	15
Media	0,41	0,41
Media (1) - Media (2)	-6,7E-05	
LI (95)	-0,01	
LS (95)	0,01	
pHomVar	0,9876	
T	-0,02	
p-valor	0,9842	

<b>Muestra = Tomate</b>		
Variable: <i>Peso (gr)</i> - Clasific: <i>Tratamiento</i> - prueba: <i>Bilateral</i>		
	Grupo 1	Grupo 2
	Bandejas	C50A30C20
n	30	30
Media	0,34	0,34
Media (1) - Media (2)	-1,0E-04	
LI (95)	-3,9E-03	
LS (95)	3,7E-03	
pHomVar	0,9190	
T	-0,05	
p-valor	0,9582	

Media (1) - Media (2)	-0,02	
LI (95)	-0,06	
LS (95)	0,02	
pHomVar	>0,9999	
T	-1,08	
p-valor	0,2893	

<b>Muestra = Tomate</b>		
Variable: <i>Grosor (mm)</i> - Clasific: <i>Tratamiento</i> - prueba: <i>Bilateral</i>		
	Grupo 1	Grupo 2
	Bandejas	C50A30C20
n	30	30
Media	1,23	1,24
Media (1) - Media (2)	-0,01	
LI (95)	-0,06	
LS (95)	0,04	
pHomVar	0,7511	
T	-0,55	
p-valor	0,5864	

- Entrevistas realizadas a productores de hortalizas en la ciudad de Estelí

**Tabla 24. Entrevista #1**

<b>Entrevista</b>	
<b>Macetas biodegradables de cascarilla de café, punto de vista de un productor de plántulas de hortalizas.</b>	
<b>1. Objetivo y temas a tratar.</b>	<p>Presentar y describir las características y beneficios de las macetas biodegradables hechas a partir de la cascarilla de café a productores de plántulas de hortalizas que utilicen el método de siembra y trasplante por bandejas plásticas. Los temas a tratar son: La contaminación que genera los residuos plásticos, las ventajas de la utilización de materiales y productos biodegradables, los resultados de las pruebas de campo hechas con las macetas biodegradables y la comparación entre las bandejas plásticas y las macetas biodegradables.</p>
<b>2. Referencia técnica, contextual y demográfica de la entrevista:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Método:</b> entrevista narrativa.</li> <li><b>Técnica:</b> preguntas abiertas.</li> <li><b>Fecha:</b> 08/02/2017</li> <li><b>Duración:</b> 15 minutos</li> <li><b>Lugar:</b> Thomson – Estelí</li> <li><b>Contexto:</b> Finca privada productora de plántulas de hortalizas</li> <li><b>Sujeto:</b> Maynork Ríos Gutiérrez</li> <li><b>Criterio de muestra teórica:</b> Adulto no nativo pero habitante en la zona, productor hortícola activo radicado en el departamento de Estelí, que utilice el método de siembra y trasplante por bandejas plásticas y con experiencia mínima de cinco años en el campo específico de las plántulas de hortalizas.</li> </ol>
<b>3. Preguntas de Orientación:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Rapport:</b> Se dará a conocer al productor el objetivo y los temas a tratar en la entrevista, utilizando un lenguaje sencillo y comprensible.</li> </ol>

- b. **De Contenido con preguntas abiertas:** ¿Cuál es su opinión sobre las macetas biodegradables para utilizarlas en la producción de plántulas de hortalizas? ¿Entiende el impacto ambiental que genera desechar las bandejas plásticas? ¿Estaría dispuesto a sustituir las bandejas plásticas por las macetas biodegradables? ¿Sugiere algún cambio al diseño de las macetas biodegradables?
- c. **De evaluación:** Se vuelve a preguntar sobre la comprensión de los beneficios que proporciona las macetas biodegradables para la siembra y trasplante de plántulas de hortalizas, adjunto se reporta los comentarios que el productor haga sobre la presentación.

#### 4. Observaciones

Lleva cuatro años de trabajo, siempre con bandejas. Hace falta estudios y considera que realizarlos es un poco caro, ya que habría que controlar más la mano de obra.

Entiende el impacto ambiental que genera el desecho de las bandejas plásticas pero desconoce de algún método sustituto y amigable con el ambiente. No sugiere ningún cambio en el diseño, pero se propone que se innove algún método de llenado de sustrato para agilizar el proceso y minimizar la mano de obra.

Desea experimentar con las macetas biodegradables y que en un futuro podría adoptar la tecnología.

Tabla 25. Entrevista #2

Entrevista
<b>Macetas biodegradables de cascarilla de café, punto de vista de un productor de plántulas de hortalizas.</b>
<p><b>1. Objetivo y temas a tratar.</b></p> <p>Presentar y describir las características y beneficios de las macetas biodegradables hechas a partir de la cascarilla de café a productores de plántulas de hortalizas que utilicen el método de siembra y trasplante por bandejas plásticas. Los temas a tratar son: La contaminación que genera los residuos plásticos, las ventajas de la utilización de materiales y productos biodegradables, los resultados de las pruebas de campo hechas con las macetas biodegradables y la comparación entre las bandejas plásticas y las macetas biodegradables.</p>
<p><b>2. Referencia técnica, contextual y demográfica de la entrevista:</b></p> <p>a. <b>Método:</b> entrevista narrativa.</p> <p>b. <b>Técnica:</b> preguntas abiertas.</p> <p>c. <b>Fecha:</b> 08/02/17</p> <p>d. <b>Duración:</b> 15 minutos</p> <p>e. <b>Lugar:</b> UPOLI – Estelí</p> <p>f. <b>Contexto:</b> Productor de hortalizas, maestro universitario</p> <p>g. <b>Sujeto:</b> Mauricio Navarro Zeledón</p> <p>h. <b>Criterio de muestra teórica:</b> Adulto no nativo pero habitante en la zona, productor hortícola activo radicado en el departamento de Estelí, que utilice el método de siembra y trasplante por bandejas plásticas y con experiencia mínima de cinco años en el campo específico de las plántulas de hortalizas.</p>
<p><b>3. Preguntas de Orientación:</b></p> <p>a. <b>Rapport:</b> Se dará a conocer al productor el objetivo y los temas a tratar en la entrevista, utilizando un lenguaje sencillo y comprensible.</p> <p>b. <b>De Contenido con preguntas abiertas:</b> ¿Cuál es su opinión sobre las</p>

macetas biodegradables para utilizarlas en la producción de plántulas de hortalizas? ¿Entiende el impacto ambiental que genera desechar las bandejas plásticas? ¿Estaría dispuesto a sustituir las bandejas plásticas por las macetas biodegradables? ¿Sugiere algún cambio al diseño de las macetas biodegradables?

- c. **De evaluación:** Se vuelve a preguntar sobre la comprensión de los beneficios que proporciona las macetas biodegradables para la siembra y trasplante de plántulas de hortalizas, adjunto se reporta los comentarios que el productor haga sobre la presentación.

#### 4. Observaciones

A su opinión el considera un excelente método de siembra y trasplante de plántulas por sus características innovadoras y en pro del ambiente. Él está a favor de las tecnologías agropecuarias que mejoren la economía y ayuden a disminuir la contaminación.

Destacó los costos bajos que el producto tiene y lo ve como una oportunidad de competir en el mercado con las tecnologías similares.

Propone calcular el volumen de sustrato y compararlo con el volumen de las bandejas.

Esta dispuesto a experimentar con las macetas biodegradables y pidió más información sobre el proyecto.

Tabla 26. Entrevista #3

Entrevista
<b>Macetas biodegradables de cascarilla de café, punto de vista de un productor de plántulas de hortalizas.</b>
<p><b>1. Objetivo y temas a tratar.</b></p> <p>Presentar y describir las características y beneficios de las macetas biodegradables hechas a partir de la cascarilla de café a productores de plántulas de hortalizas que utilicen el método de siembra y trasplante por bandejas plásticas. Los temas a tratar son: La contaminación que genera los residuos plásticos, las ventajas de la utilización de materiales y productos biodegradables, los resultados de las pruebas de campo hechas con las macetas biodegradables y la comparación entre las bandejas plásticas y las macetas biodegradables.</p>
<p><b>2. Referencia técnica, contextual y demográfica de la entrevista:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. <b>Método:</b> entrevista narrativa.</li> <li>b. <b>Técnica:</b> preguntas abiertas.</li> <li>c. <b>Fecha:</b> 10/02/2017</li> <li>d. <b>Duración:</b> 12 minutos</li> <li>e. <b>Lugar:</b> El Dorado – Estelí</li> <li>f. <b>Contexto:</b> Productor de hortalizas</li> <li>g. <b>Sujeto:</b> Faustino Altamirano Blandón</li> <li>h. <b>Criterio de muestra teórica:</b> Adulto no nativo pero habitante en la zona, productor hortícola activo radicado en el departamento de Estelí, que utilice el método de siembra y trasplante por bandejas plásticas y con experiencia mínima de cinco años en el campo específico de las plántulas de hortalizas.</li> </ul>
<p><b>3. Preguntas de Orientación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. <b>Rapport:</b> Se dará a conocer al productor el objetivo y los temas a tratar en la entrevista, utilizando un lenguaje sencillo y comprensible.</li> <li>b. <b>De Contenido con preguntas abiertas:</b> ¿Cuál es su opinión sobre las</li> </ul>

macetas biodegradables para utilizarlas en la producción de plántulas de hortalizas? ¿Entiende el impacto ambiental que genera desechar las bandejas plásticas? ¿Estaría dispuesto a sustituir las bandejas plásticas por las macetas biodegradables? ¿Sugiere algún cambio al diseño de las macetas biodegradables?

- c. **De evaluación:** Se vuelve a preguntar sobre la comprensión de los beneficios que proporciona las macetas biodegradables para la siembra y trasplante de plántulas de hortalizas, adjunto se reporta los comentarios que el productor haga sobre la presentación.

#### 4. Observaciones

El sujeto lleva 25 años de ser productor de hortalizas y en su opinión cree que las macetas le puede traer plagas a su cultivo por el material biodegradable que está hecho, él argumenta que no se le puede pedir más a la tecnología que usa (bandejas plásticas) porque le da buenos resultados, no tiene quejas sobre esa tecnología ni de las casas comerciales.

El productor comprendió el daño que se le causa al medio ambiente pero igual decide seguir usando el método por bandejas plásticas e ignora los costos adicionales.

Debido a los 20 años trabajando con el método por bandejas, no ve la necesidad de sustituirlas, pero está dispuesto a experimentar con las macetas biodegradables.

Tabla 27. Entrevista #4

Entrevista
<b>Macetas biodegradables de cascarilla de café, punto de vista de un productor de plántulas de hortalizas.</b>
<p><b>1. Objetivo y temas a tratar.</b></p> <p>Presentar y describir las características y beneficios de las macetas biodegradables hechas a partir de la cascarilla de café a productores de plántulas de hortalizas que utilicen el método de siembra y trasplante por bandejas plásticas. Los temas a tratar son: La contaminación que genera los residuos plásticos, las ventajas de la utilización de materiales y productos biodegradables, los resultados de las pruebas de campo hechas con las macetas biodegradables y la comparación entre las bandejas plásticas y las macetas biodegradables.</p>
<p><b>2. Referencia técnica, contextual y demográfica de la entrevista:</b></p> <p>a. <b>Método:</b> entrevista narrativa.</p> <p>b. <b>Técnica:</b> preguntas abiertas.</p> <p>c. <b>Fecha:</b> 10/02/2017</p> <p>d. <b>Duración:</b> 15 minutos</p> <p>e. <b>Lugar:</b> El Dorado - Estelí</p> <p>f. <b>Contexto:</b> Ingeniera en Ciencias Agrarias con experiencia en horticultura.</p> <p>g. <b>Sujeto:</b> Magda Acevedo</p> <p>h. <b>Criterio de muestra teórica:</b> Adulto no nativo pero habitante en la zona, productor hortícola activo radicado en el departamento de Estelí, que utilice el método de siembra y trasplante por bandejas plásticas y con experiencia mínima de cinco años en el campo específico de las plántulas de hortalizas.</p>
<p><b>3. Preguntas de Orientación:</b></p> <p>a. <b>Rapport:</b> Se dará a conocer al productor el objetivo y los temas a tratar en la entrevista, utilizando un lenguaje sencillo y comprensible.</p>



- b. **De Contenido con preguntas abiertas:** ¿Cuál es su opinión sobre las macetas biodegradables para utilizarlas en la producción de plántulas de hortalizas? ¿Entiende el impacto ambiental que genera desechar las bandejas plásticas? ¿Estaría dispuesto a sustituir las bandejas plásticas por las macetas biodegradables? ¿Sugiere algún cambio al diseño de las macetas biodegradables?
- c. **De evaluación:** Se vuelve a preguntar sobre la comprensión de los beneficios que proporciona las macetas biodegradables para la siembra y trasplante de plántulas de hortalizas, adjunto se reporta los comentarios que el productor haga sobre la presentación.

#### 4. Observaciones

La entrevistada reconoció que las macetas biodegradables tienen un mejor beneficio porque evita que la planta se estrese.

Comprendió acerca del impacto ambiental y la contaminación ya que ella siembra por bandejas de poroplast y espera una tecnología en la cual no contamine.

Si demostró disposición ya que si da mejores resultados que las bandejas adoptaría el nuevo método.

La sugerencia que ella realizó, es que el tamaño del producto varié conforme a qué cultivo se desea sembrar. También sugiere que diseñen macetas más grandes para plantas de jardinería.

Comprendió todos los beneficios del producto. Lleva cinco años de estar utilizando el método de bandejas y los familiares más de 10 años.

Tabla 28. Entrevista #5

Entrevista
<b>Macetas biodegradables de cascarilla de café, punto de vista de un productor de plántulas de hortalizas.</b>
<p><b>1. Objetivo y temas a tratar.</b></p> <p>Presentar y describir las características y beneficios de las macetas biodegradables hechas a partir de la cascarilla de café a productores de plántulas de hortalizas que utilicen el método de siembra y trasplante por bandejas plásticas. Los temas a tratar son: La contaminación que genera los residuos plásticos, las ventajas de la utilización de materiales y productos biodegradables, los resultados de las pruebas de campo hechas con las macetas biodegradables y la comparación entre las bandejas plásticas y las macetas biodegradables.</p>
<p><b>2. Referencia técnica, contextual y demográfica de la entrevista:</b></p> <p>a. <b>Método:</b> entrevista narrativa.</p> <p>b. <b>Técnica:</b> preguntas abiertas.</p> <p>c. <b>Fecha:</b> 10/02/2017</p> <p>d. <b>Duración:</b> 10 minutos</p> <p>e. <b>Lugar:</b> La Virgen-Estelí</p> <p>f. <b>Contexto:</b> comerciante y horticultor</p> <p>g. <b>Sujeto:</b> Adonis Herrera</p> <p>h. <b>Criterio de muestra teórica:</b> Adulto no nativo pero habitante en la zona, productor hortícola activo radicado en el departamento de Estelí, que utilice el método de siembra y trasplante por bandejas plásticas y con experiencia mínima de cinco años en el campo específico de las plántulas de hortalizas.</p>
<p><b>3. Preguntas de Orientación:</b></p> <p>a. <b>Rapport:</b> Se dará a conocer al productor el objetivo y los temas a tratar en la entrevista, utilizando un lenguaje sencillo y comprensible.</p> <p>b. <b>De Contenido con preguntas abiertas:</b> ¿Cuál es su opinión sobre las</p>

macetas biodegradables para utilizarlas en la producción de plántulas de hortalizas? ¿Entiende el impacto ambiental que genera desechar las bandejas plásticas? ¿Estaría dispuesto a sustituir las bandejas plásticas por las macetas biodegradables? ¿Sugiere algún cambio al diseño de las macetas biodegradables?

- c. **De evaluación:** Se vuelve a preguntar sobre la comprensión de los beneficios que proporciona las macetas biodegradables para la siembra y trasplante de plántulas de hortalizas, adjunto se reporta los comentarios que el productor haga sobre la presentación.

#### 4. Observaciones

El señor Adonis expresó que hay que modernizarse al uso de nuevas tecnologías y que el uso de macetas para producir hortalizas se ve bien, pero él manifiesta que no puede opinar más porque no ha probado esta tecnología.

Él si entendió la contaminación que genera los desechos de bandejas plásticas, pero no conoce todas sus consecuencias.

Reconoció que sí estaría dispuesto a sustituir el método de bandejas plásticas por las macetas, pero antes tendría que hacer una prueba con las macetas sembrando uno o dos surcos de hortalizas para si da buenos resultados.

Con respecto al diseño de las macetas biodegradables considera que las dimensiones están bien y ve buena la forma y no cambiaría nada.

Tabla 29. Entrevista #6

Entrevista
<b>Macetas biodegradables de cascarilla de café, punto de vista de un productor de plántulas de hortalizas.</b>
<p><b>5. Objetivo y temas a tratar.</b></p> <p>Presentar y describir las características y beneficios de las macetas biodegradables hechas a partir de la cascarilla de café a productores de plántulas de hortalizas que utilicen el método de siembra y trasplante por bandejas plásticas. Los temas a tratar son: La contaminación que genera los residuos plásticos, las ventajas de la utilización de materiales y productos biodegradables, los resultados de las pruebas de campo hechas con las macetas biodegradables y la comparación entre las bandejas plásticas y las macetas biodegradables.</p>
<p><b>6. Referencia técnica, contextual y demográfica de la entrevista:</b></p> <p>a. <b>Método:</b> entrevista narrativa.</p> <p>b. <b>Técnica:</b> preguntas abiertas.</p> <p>c. <b>Fecha:</b> 09/01/2017</p> <p>d. <b>Duración:</b> 20 minutos</p> <p>e. <b>Lugar:</b> Barrio Panamá Soberana</p> <p>f. <b>Contexto:</b> Entrevista realizada a productor de tomate en su casa de habitación</p> <p>g. <b>Sujeto:</b> Nicodemo Arauz López</p> <p>h. <b>Criterio de muestra teórica:</b> Adulto no nativo pero habitante en la zona, productor hortícola activo radicado en el departamento de Estelí, que utilice el método de siembra y trasplante por bandejas plásticas y con experiencia mínima de cinco años en el campo específico de las plántulas de hortalizas.</p>
<p><b>7. Preguntas de Orientación:</b></p> <p>a. <b>Rapport:</b> Se dará a conocer al productor el objetivo y los temas a tratar en la entrevista, utilizando un lenguaje sencillo y comprensible.</p>

- b. **De Contenido con preguntas abiertas:** ¿Cuál es su opinión sobre las macetas biodegradables para utilizarlas en la producción de plántulas de hortalizas? ¿Entiende el impacto ambiental que genera desechar las bandejas plásticas? ¿Estaría dispuesto a sustituir las bandejas plásticas por las macetas biodegradables? ¿Sugiere algún cambio al diseño de las macetas biodegradables?
- c. **De evaluación:** Se vuelve a preguntar sobre la comprensión de los beneficios que proporciona las macetas biodegradables para la siembra y trasplante de plántulas de hortalizas, adjunto se reporta los comentarios que el productor haga sobre la presentación.

#### **8. Observaciones**

El señor Arauz ha participado en muchos foros de cambio climático y de adaptación a dichos cambios durante la experiencia que tiene en la siembra de tomate, por lo tanto, entiende el impacto que genera el plástico residual de las bandejas que utiliza.

Él se demostró muy dispuesto a experimentar con las macetas y solicito quedarse con uno de los prototipos que se les mostro en la entrevista.

No sugirió ningún cambio al diseño pero presento inquietudes en los costos por unidad.

- Proporciones de mezclas y su porcentaje

Tomando como referencia un peso promedio por maceta de 30 gramos.

**Tabla 30. Proporciones de la mezcla C50A30C20**

C50A30C20		
Componentes	Peso (gramos)	%
Cascarilla de café triturada	15	50.0%
Cal en polvo	3	10.0%
Almidón en polvo	2.25	7.5%
Agua	9.75	32.5%
Total	30	100.0%

**Tabla 31. Proporciones de la mezcla C50M30C20**

C50M30C20		
Componentes	Peso (gramos)	%
Cascarilla de café triturada	15	50.0%
Cal en polvo	3	10.0%
Melaza	6.75	22.5%
Agua	5.25	17.5%
Total	30	100.0%

- Tablas de prueba granulométrica de cascarilla de café

**Tabla 32. Prueba n° 1 de granulometría de cascarilla de café**

No. Tamiz	Peso (gramos)	Especificaciones		%	Peso total de la muestra:
		Metric	Inches		300g
4	0	4.75mm	0.187	0.0	
10	3	2.00mm	0.0787	1.0	
16	46	1.18mm	0.0469	15.3	
20	64	850µm	0.331	21.3	
30	69.5	600µm	0.234	23.2	
50	86	300µm	0.0117	28.7	
100	20.5	150µm	0.0059	6.8	
200	11	75µm	0.0029	3.7	

**Tabla 33. Prueba n° 2 de granulometría de cascarilla de café**

No. Tamiz	Peso (gramos)	Especificaciones		%	Peso total de la muestra:
		Metric	Inches		300g
4	0	4.75mm	0.187	0.0	
10	2	2.00mm	0.0787	0.7	
16	33.5	1.18mm	0.0469	11.2	
20	59	850µm	0.331	19.7	
30	69.5	600µm	0.234	23.2	
50	96.5	300µm	0.0117	32.2	
100	24.5	150µm	0.0059	8.2	
200	15	75µm	0.0029	5.0	


**Tabla 34. Prueba n° 3 de granulometría de cascarilla de café**

No. Tamiz	Peso (gramos)	Especificaciones		%	Peso total de la muestra:
		Metric	Inches		300g
4	0	4.75mm	0.187	0.0	
10	2.5	2.00mm	0.0787	0.8	
16	40	1.18mm	0.0469	13.3	
20	66	850µm	0.331	22.0	
30	82	600µm	0.234	27.3	
50	82	300µm	0.0117	27.3	
100	19	150µm	0.0059	6.3	
200	8.5	75µm	0.0029	2.8	



- Proforma de costos

**Ilustración 26. Proforma de compra de cajas para embalaje de las macetas biodegradables**

 <small>EMPQUES SANTO DOMINGO S.A.</small> <small>ENTORNO EDUCACIONAL</small>	Empaques Santo Domingo S.A. RUC J031000002614						Versión 0
	Gestión de Ventas						
	Cotización						
1. Información del Cliente							
Cliente: ..... Contacto: ..... Javier Zeledon Atención: ..... Teléfono: ..... RUC: ..... Email: ..... <a href="mailto:jvizele96@gmail.com">jvizele96@gmail.com</a> Fecha: ..... 20/02/2017							
2. Descripción del Producto							
Descripción	Dimensiones en Milímetros			Test	Cantidad	Precio Militar	Sub-Total
	Largo	Ancho	Alto				
CAJA 20X20X12	508	508	305	125ck	1,000	\$ 976.70	\$ 976.70
						Sub total	\$ 976.70
						IVA 15 %	\$ 146.51
sin impresión						Valor total en \$	\$ 1,123.21
3. Terminos de Cotización							
Condiciones de Pago:	Contado						
Entrega:	8 días hábiles						
Cantidad Mínima:	1000 unidades						
Validez de Oferta:	3 meses						

[illegible]







**AGROCOMSA**  
AGROCOMERCIAL SALINAS

Telf: 2737-2132 \* Cel: 8825-5739 \* JALAPA, NUEVA SEGOVIA

**FACTURA DE CREDITO**      **Nº 12061**

Cliente: Javier Zeledón

Dirección: Proforma

FECHA 22/01/17	Condiciones de Pago	Vencimiento	Vendedor José A. Gahona
-------------------	---------------------	-------------	----------------------------

[illegible]

LT.C=C\$ \_\_\_\_\_ X US\$ 1.00=US.\$ \_\_\_\_\_  
 NOTA: Cancelar a nombre de OMAR SALINAS PINELL

NOTA: Cancelar a nombre de OMAR SALINAS PINELL

**Recibi Conforme**

Entregué Conforme AGROCOMSA

Recibi Conforme  
Imp. BETANIA. RUC: 16109066500051 Estrela, Tel: 2714-0904. Aut.AIMP/09/0008/01/2014-2. Cdt. 1292 11/06/14 200 B, 7.501- 17,500

# TALLER LAS GEMELAS

Les ofrecemos: Mantenimiento, Pintura, Reparación, Venta de Repuestos de Cocina, Cambio de Fibra y Forrado. Fabricamos Cocinas y Hornos Industriales; También Venta de Plancha, Licuadora, Cocina de Mesa, Quemadores Micro-ondas y Reparación de Refrigeradoras

Propietario: **José Agustín Rodríguez**

Dirección: Jinotega N° 1 Del Cuerpo de Bombero

250 vrs. al Sur Frente al Pozo Público

Cel. 8836 0127 / 8698 2669

8658 4714 / 5882 0012

Sucursal Estelí N° 2 del Estadio de

Fútbol de Estelí 2c. al Norte Contiguo al Taller Jumes.

Ahora con Atención en la Ciudad de Matagalpa

Atendiéndole Amablemente

De Lunes a Domingo

De 6:00 a.m a 5:30 p.m

DÍA	MES	AÑO
28	02	2017

**FACTURA**  
"Proforma"

Contado

N° 0080

Cliente: Modesto Jose Herrera P.  
Dirección: Tianguito 775 vrs al norte Estelí.

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	TOTAL
1	Cocina Industrial de 1 Quemador Estándar 20" x 20" x 30"		\$ 3,600
1	Equipo metálico para moldear de 9 Unidades 2 1/8" x 1 1/8"		\$ 1,200
GRACIAS POR PREFERIRNOS		TOTAL CS	

*No somos los únicos, 37 años hacen la diferencia*

**NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES**

JEHOVÁ ES MI PASTOR NADA ME FALTARÁ. EN LUGARES DE DELICADOS PASTOS SE HARÁ DESCANSAR, JUNTO A AGUAS DE REPOSO ME PASTOREARÁ. SALMO 23:1-2  
¡...QUÉ DIOS TE BENDIGA Y DERRAME BENDICIONES EN TU VIDA Y TU CASA...!

GRACIAS POR SU COMPRA  
LES ESPERAMOS DE NUEVO


Recibi Conforme

008 o/c 0001-0300 F. 21/09/2010

Entregue Conforme



♦ Ilustración 30. Proforma de compra de cilindro de gas butano de 25 libras


 **"VALLE"**  
*Servicio a Domicilio*  
**Prop. Carlos Alfredo Valle González**  
Dirección: Costado Sur Gasolinera Esso ½ c. al Este,  
B° José Santos Zelaya, Estelí Nicaragua - N° RUC: 1650708780001P  
Teléfono: 2713 5204 - Celular: 8914 8851

DÍA	MES	AÑO
18	01	17

**Factura N° 1354**

Cliente: Jeisson Gahona  
Dirección: proforma

CANT.	DESCRIPCION	DEBE
1	Cilindro 25 lbr.	300

  
Entregado por

TOTAL C\$ **300**

Recibí Conforme

Imp. MULTICOLOR / RUC N° 1611802720005R / Estelí / Telefax: 2713 7479 / 09-08-16 / 20 B / 1001 al 2000 / OT 5034 / AIMP 09/0006/01/2016-2